

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

МОРЕХОДЫ – РАЗВИТИЮ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

**Материалы X Международной студенческой
научно-технической конференции**

(Владивосток, 18–20 апреля 2018 года)

**Владивосток
Дальрыбвтуз
2018**

УДК 629.123.073 + 639.2
ББК 65.35(2P55)
М79

Организационный комитет конференции:

Председатель – Бурханов Сергей Борисович, канд. экон. наук, доцент, директор Мореходного института.

Зам. председателя – Бауло Елена Николаевна, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Физика».

Секретарь – Манич Наталья Георгиевна, зам. директора Мореходного института по учебно-методической работе.

Адрес оргкомитета конференции:

690087, г. Владивосток
ул. Луговая, 52-б, каб. 309-В
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
Телефон: (423) 244-08-06
E-mail: mor.inst@mail.ru

М79 Мореходы – развитию рыбной отрасли Дальнего Востока : материалы X Междунар. студ. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – 223 с.
ISBN 978-5-88871-716-5

Представленные материалы охватывают научно-технические проблемы в области промыслового судовождения, безопасности мореплавания и человеческой жизни на море, эксплуатации судовых энергетических установок, технического оснащения флота рыбопромышленных и транспортных предприятий, логистики, а также адаптации человека к экстремальным условиям деятельности.

Приводятся результаты научно-исследовательских разработок студентов.

УДК 629.123.073 + 639.2
ББК 65.35(2P55)

ISBN 978-5-88871-716-5

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2018

Секция 1. СУДОВОЖДЕНИЕ

УДК 629. 12. 073

Р.В. Батраев, А.Р. Годун
Научный руководитель – Е.Е. Соловьева, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ С СУДОВ

К числу наиболее серьезных проблем загрязнения морской среды с судов относится загрязнение нефтепродуктами, при их перевозке ежегодно в Мировой океан попадает более 10 млн т нефти, и до 20 % его площади уже покрыто нефтяной пленкой.

Относительно низкая стоимость транспортировки морем обуславливает интенсивное развитие морских перевозок нефти, нефтепродуктов, различных продуктов химической промышленности и, как следствие, танкерного флота.

Необходимость повышения эффективности морских перевозок вызвала рост числа средне- и крупнотоннажных наливных судов. Широкое использование крупных танкеров выявило ряд проблем, связанных с необходимостью предотвращения загрязнения Мирового океана, обеспечением безопасности и эффективности эксплуатации.

Загрязнение гидросферы водным транспортом происходит по двум каналам. Во-первых, морские и речные суда загрязняют ее отходами, получаемыми в результате эксплуатационной деятельности, и, во-вторых, выбросами в случае аварий токсичных грузов, большей частью нефти и нефтепродуктов. Энергетические установки судов (в основном дизельные двигатели) постоянно загрязняют атмосферу, откуда токсичные вещества частично или почти полностью попадают в воды рек, морей и океанов.

Огромный ущерб морской среде наносят аварийные морские происшествия с танкерами.

Существование и эффективное функционирование современной цивилизации невозможно без танкерного судоходства. Около 7 тыс. танкеров ежегодно перевозят порядка 60 % всей потребляемой в мире нефти (что составляет до 40 % перевозимых морем грузов). В то же время с ростом интенсивности танкерных перевозок (только за последние 10 лет объем танкерных перевозок возрос на 80 %) существенно повышается риск аварийных загрязнений моря.

Мировое потребление нефти и нефтепродуктов постоянно растет и составляет ныне свыше 3150 млн т в год. Объем международных перевозок нефти будет возрастать по прогнозам в среднем на 4,5 % в год. Примерно так же будет расти и потребность в танкерах. Увеличилась и дальность перевозок сырой нефти с 6,4 тыс. до 10,5 тыс. т/км, а нефтепродуктов – с 1,6 тыс. до 2,2 тыс. т/км.

С ростом танкерного флота увеличивается и число аварийных морских происшествий с нефтеналивными судами, растут масштабы загрязнения моря.

Причем каждый инцидент приводит сейчас ко все более тяжким последствиям. Если в 1966 г. эксплуатировался всего один танкер дедвейтом 170 тыс. т, то сейчас их насчитывается более 400.

За десятилетие после катастрофы танкера «Торри Канон» в морях и океанах погибло более 750 крупных танкеров. Большинство этих крушений сопровождалось массовыми выбросами нефти и нефтепродуктов в море.

Статистика свидетельствует о том, что загрязнение с судов, в первую очередь нефтепродуктами, представляет реальную угрозу Мировому океану.

Конвенция ООН по морскому праву 1982 г. выделяет шесть источников, предотвращение загрязнения из которых связано с особым правовым регулированием: загрязнение из находящихся на суше источников (ст. 207); загрязнение, вызываемое деятельностью на морском дне в пределах национальной юрисдикции (ст. 208); загрязнение, вызываемое деятельностью в международном районе морского дна (ст. 209) загрязнение, вызываемое захоронением (ст. 210); загрязнение с судов (ст. 211); загрязнение из атмосферы или через нее (ст. 212).

Применительно к судоходству следует говорить в первую очередь об эксплуатационном загрязнении.

Эксплуатационное загрязнение включает как автоматический сброс загрязняющих веществ в процессе работы судна, так и преднамеренные сбросы отходов, образующихся в процессе эксплуатации судна (например, очистка грузовых танков и т.п.). Для уменьшения или полного предотвращения таких сбросов устанавливаются нормы и стандарты, относящиеся к конструкции судов и их оборудованию, а также санкции в отношении виновных лиц.

Однако аварийные загрязнения, вызываемые различного рода аварийными морскими происшествиями (столкновение, посадка на мель и т.п.), сами по себе не могут быть запрещены. В этом случае цель правового регламентирования состоит в принятии профилактических мер по предотвращению таких аварийных морских происшествий, уменьшению их вредных последствий, а также в решении проблемы возмещения нанесенного ущерба. Вынужденный аварийный сброс может быть преднамеренно произведен для спасения человеческой жизни или самого судна.

В настоящее время в международно-правовой практике сложились четыре основных способа такого регламентирования:

1) полное запрещение, предусматривающее, что то или иное вещество ни при каких обстоятельствах не должно сбрасываться в море;

2) стандарты сброса, определяющие допустимое содержание загрязняющего вещества в сбросе;

3) технологические стандарты, относящиеся к конструкции и оборудованию судов, а также к грузовым и бункеровочным операциям, могущим привести к сбросу;

4) разрешительные режимы, устанавливающие, что сброс может быть произведен только по специальному разрешению либо в специальных районах.

Нередко требования тех или иных международных конвенций носят комбинированный характер, представляющий собой своеобразный «симбиоз» указанных выше способов.

Меры борьбы с загрязнением

В 1954 г. в Лондоне прошла международная конференция, ставившая целью выработать согласованные действия по охране морской среды от загрязнения нефтью. На ней была принята конвенция, определяющая обязанности государств в этой области. Позже в 1958 г. в Женеве были приняты еще четыре документа: об открытом море, о территориальном море и прилегающей зоне, о континентальном шельфе, о рыболовстве и охране живых ресурсов моря. Эти конвенции юридически закрепили принципы и нормы морского права. Они обязывали каждую страну разработать и ввести в действие законы, запрещающие загрязнять морскую среду нефтью, радиоотходами и другими вредными веществами. Прошедшая в 1973 г. в Лондоне конференция приняла документы по предотвращению загрязнения с судов. Согласно принятой конвенции каждое судно должно иметь сертификат – свидетельство о том, что корпус, механизмы и прочая оснастка находятся в исправном состоянии и не наносят ущерба морю. Соответствие сертификатам проверяется инспекцией при заходе в порт.

Запрещен слив нефтесодержащих вод с танкеров, все сбросы с них должны выкачиваться только на береговые приемные пункты. Для очистки и обеззараживания судовых

сточных вод, в том числе хозяйственно-бытовых, созданы электрохимические установки. Институт океанологии РАН разработал эмульсионный метод очистки морских танкеров, полностью исключая попадание нефти в акваторию. Он заключается в добавлении к промывной воде нескольких поверхностно-активных веществ (препарат МЛ), что позволяет осуществить на самом судне очистку без сброса загрязненной воды или остатков нефти, которую можно впоследствии регенерировать для дальнейшего использования. С каждого танкера удается отмыть до 300 т нефти.

В целях предотвращения утечек нефти совершенствуются конструкции нефтеналивных судов. Многие современные танкеры имеют двойное дно. При повреждении одного из них нефть не выльется, ее задержит вторая оболочка.

Капитаны судов обязаны фиксировать в специальных журналах сведения обо всех грузовых операциях с нефтью и нефтепродуктами, отмечать место и время сдачи или слива с судна загрязненных сточных вод.

Для систематической очистки акваторий от случайных разливов применяются плавучие нефтесборщики и боковые заграждения. Также в целях предотвращения растекания нефти используются физико-химические методы. Создан препарат пенопластовой группы, который при соприкосновении с нефтяным пятном полностью его обволакивает. После отжима пенопласт может использоваться вторично в качестве сорбента. Такие препараты очень удобны из-за простоты применения и невысокой стоимости, однако их массовое производство пока не налажено. Также существуют сорбирующие средства на основе растительных, минеральных и синтетических веществ. Некоторые из них могут собирать до 90 % разлитой нефти. Главное требование, которое к ним предъявляется, – это непотопляемость.

После сбора нефти сорбентами или механическими средствами на поверхности воды всегда остается тонкая пленка, которую можно удалить путем разбрызгивания разлагающих ее химических препаратов. Но при этом эти вещества должны быть биологически безопасны.

В Японии создана и апробирована уникальная технология, с помощью которой можно в короткие сроки ликвидировать гигантское пятно. Корпорация «Кансай санге» выпустила реактив ASWW, основной компонент которого – специально обработанная рисовая шелуха. Распыленный по поверхности, препарат в течение получаса всасывает в себя выброс и превращается в густую массу, которую можно стащить простой сетью.

Оригинальный способ очистки продемонстрирован американскими учеными в Атлантическом океане. Под нефтяную пленку на определенную глубину опускается керамическая пластинка. К ней подсоединяется акустическая пластинка. Под действием вибрации пленка сначала скапливается толстым слоем над местом, где установлена пластинка, а затем смешивается с водой и начинает фонтанировать. Электрический ток, подведенный к пластинке, поджигает фонтан, и нефть полностью сгорает.

Для удаления с поверхности прибрежных вод пятен масел американские ученые создали модификацию полипропилена, притягивающего жировые частицы. На катеркатамаране между корпусами поместили своеобразную штору из этого материала, концы которой свисают в воду. Как только катер попадает в пятно, нефть прочно прилипает к «шторе». Остается лишь пропустить полимер через валики специального устройства, которое отжимает нефть в приготовленную емкость.

С 1993 г. был запрещен сброс жидких радиоактивных отходов (ЖРО), но число их неуклонно растет. Поэтому в целях защиты окружающей среды в 1990-е годы стали разрабатываться проекты очистки ЖРО.

В 1996 г. представители японских, американских и российских фирм подписали контракт на создание установки по переработке ЖРО, скопившихся на Дальнем Востоке России. На реализацию проекта правительство Японии выделило 25,2 млн долл.

Однако, несмотря на некоторые успехи в поиске эффективных средств, ликвидирующих загрязнения, о решении проблемы говорить рано. Только внедрением новых методик очисток акваторий невозможно обеспечить чистоту морей и океанов. Центральная задача, которую необходимо решать всем странам сообща, – предотвращение загрязнения.

Список использованной литературы

1. <https://seaspirit.ru/navigator/safetyofnavigation>.
2. flot.com.
3. <http://poznayka.org/s92446t1.html>.
4. <http://морякам.рф/security/41-predotvraschenie-zagryazneniya-morya.html>.
5. Аварии и повреждения судов // Водный транспорт. 2007. № 2. С. 12.
6. Вургафт А.В., Боровский А.И. и др. Очистка нефтеналивных судов и емкостей от остатков нефтепродуктов. М.: Транспорт, 1976. 132 с.
7. Глазов С.Ф., Логачев С.И. Эффективность конструктивной защиты танкеров от аварийного вылива нефти // Тр. ЦНИИМФ. Л., 1973. Вып. 170. С. 109–119.
8. Голубятников Н.И. Защита водоемов от загрязнения при судоходстве. Одесса: Феникс, 2009. 424 с.

R.V. Batraev, A.R. Godun
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

MARINE POLLUTION FROM SHIPS

Among the most serious problems of pollution of the marine environment from ships is the pollution by oil products, during their transportation More than 10 million tons of oil annually to the world ocean and up to 20 % of its area is already covered by an oil film.

Сведения об авторах: Батраев Руслан Владимирович;
Годун Александр Романович, СМс-4, e-mail: pillers@mail.ru

УДК 629. 12. 073

А.С. Дей, А.Е. Снегур
Научный руководитель – И.С. Карпушин, канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ МОРСКИХ СУДОВ ЗА 2016-2017 ГГ.

Безопасность мореплавания является главным качеством морского судна и представляется важнейшим условием возможности его эффективной эксплуатации.

Значительные размеры морских судов, рост скоростей движения, увеличение интенсивности движения на морских путях, плавание судов в сложных метеорологических условиях и другие причины делают проблему безопасности мореплавания наиболее приоритетной и актуальной при оценке современного состояния и развития морского транспорта.

Наиболее тяжелыми нарушениями безопасности плавания считаются случаи, когда аварии приводят к морским катастрофам и к гибели судов. Следует помнить, что, каковы бы ни были их первопричины: столкновение судов, посадка на мель, нарушение герметичности корпуса, последствия ударов о лед или плавающий предмет и др., конечной причиной гибели судна является нарушение одного или нескольких мореходных качеств, относящихся к теории судна. Это либо потеря плавучести, либо потеря остойчивости или аварийной остойчивости и непотопляемости.

К основным видам аварийных ситуаций на море относят (рис. 1):

- столкновение судов – аварийное происшествие в результате неправильного маневрирования судов или упущений экипажа, а также каких-либо форс-мажорных обстоятельств. Столкновение судов может привести к разрушениям конструкций судов, материальным убыткам, гибели людей и считается тяжелым видом аварии;

- посадка на мель – принудительная аварийная остановка судна вследствие касания грунта всем днищем или его частью при глубинах, меньших осадки судна. Посадки судов на мель происходят по разным причинам:

- преднамеренно, чтобы избежать более тяжелого вида аварии – столкновения или потопления;
- ошибки в судовождении или маневрировании;
- ошибки гидрографии
- несоответствие глубин на карте фактическим значениям, смещение плавучего ограждения фарватеров, каналов.

Следствиями морских катастроф и серьезных аварий являются человеческие жертвы, экологические проблемы, огромные материальные потери и не поддающийся материальному учету психологический фактор. Вследствие этого каждый инцидент на море требует детального анализа и учета.

Основным видом информации об аварийности мирового флота в настоящий момент являются статистические данные по авариям и гибели судов, которые собираются и анализируются большинством участников морской индустрии как в России, так и за рубежом.

Снижение числа катастроф и аварий, т.е. обеспечение повышения безопасности судоходства, требует обобщения статистики аварий, научного анализа статистических данных и формулирования результатов этого анализа в виде конкретных предложений.

В 2016 г. произошло 82 аварийных случая с судами на море, что на 13,9 % больше, чем в 2015 г. (72 аварии).

Количество аварийных случаев (далее – АС) с судами торгового мореплавания в сравнении с 2015 г. уменьшилось на 2 АС (4,1 %). Количество АС с рыбопромысловыми судами увеличилось на 52,2 % (в 2016 г. – 35 АС, в 2015 г. – 23).

В 2017 г. произошло 84 аварийных случая с судами на море, что на 2 АС (2,4 %) больше, чем в 2016 г. (рис. 2).

Количество АС с судами торгового мореплавания увеличилось на 4 %.

Количество АС с рыбопромысловыми судами осталось на прежнем уровне (35 АС).

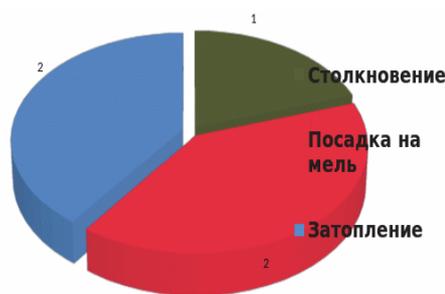


Рис. 1. Показатели аварийности на ВВП по видам транспортных происшествий

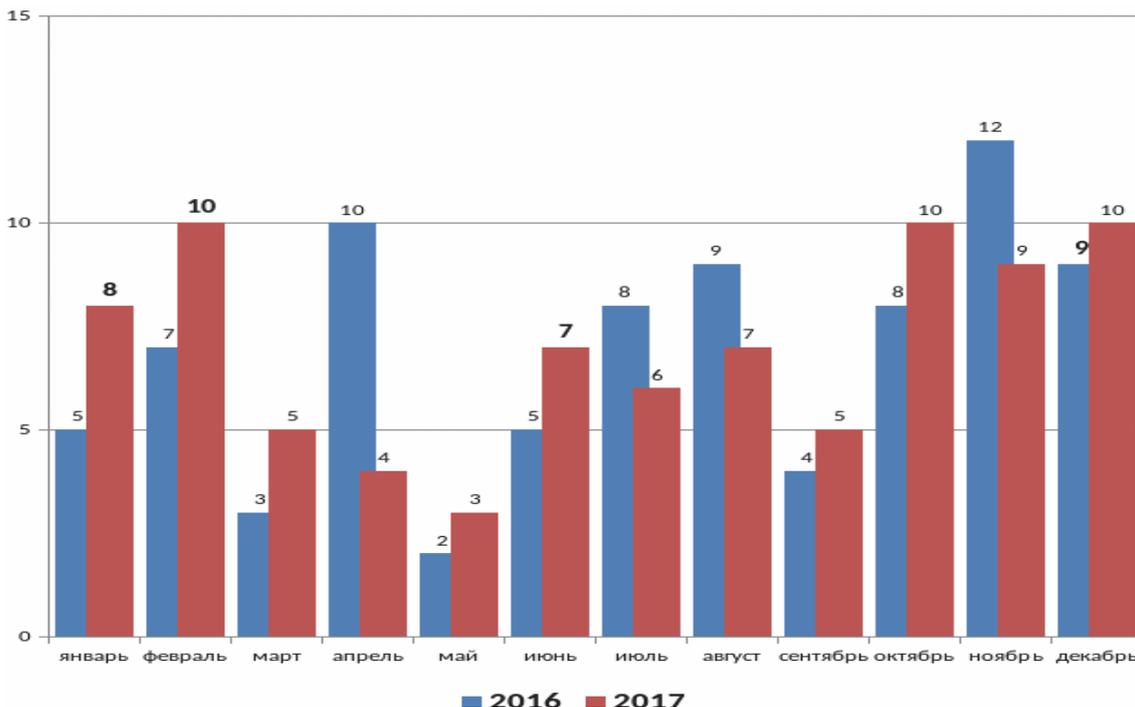


Рис. 2. Соотношение состояния аварийности на море по месяцам

Диаграмма, изображенная на рис. 3, показывает, что наибольшее число аварийных ситуаций приходится на случаи затопления. Количество погибших судов и людей также для этого типа аварийных ситуаций максимально.

На втором месте (в качестве причин гибели) стоят посадки на мель, на третьем – пожары и взрывы на судах и на четвертом – потеря остойчивости и плавучести.

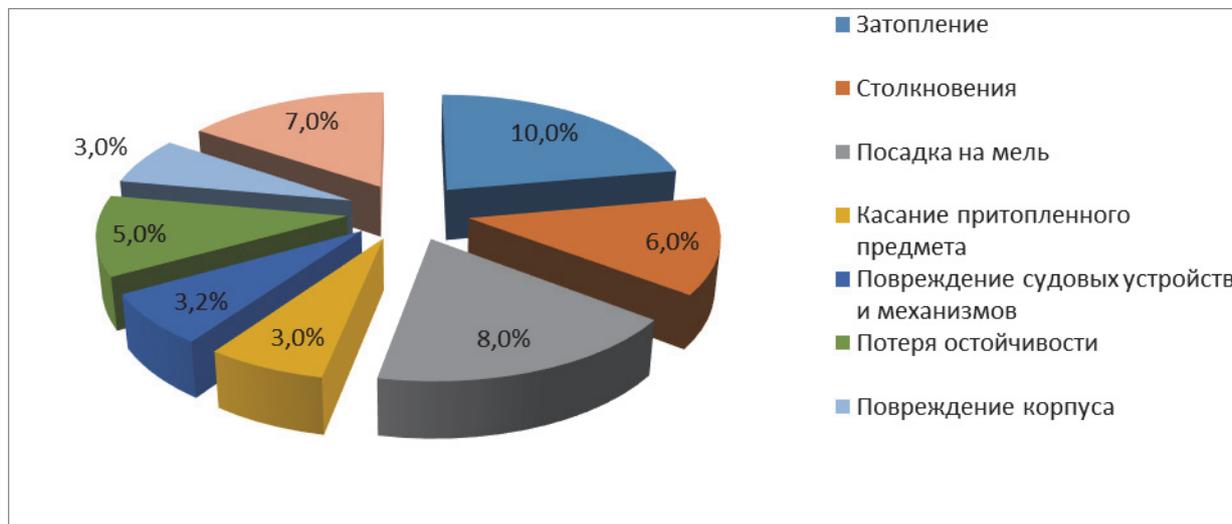


Рис. 3. Показатели аварийности на море по видам

Таким образом, основным направлением обеспечения безопасности на море было и остается повышение надежности морских судов, совершенствование технических средств судовождения и улучшение мореходных качеств судов, снижение опасности возникновения пожаров. В настоящее время техническое устройство судов не всегда соответствует региональным требованиям безопасного и эффективного мореходства, что приводит к значительному сокращению времени эффективной эксплуатации судов в сложных и штормовых условиях плавания. Человеческий фактор также остается одним из главнейших факторов, влияющих на безопасность эксплуатации морских судов.

Список использованной литературы

1. Басанец Н.Г. Конвенционные и классификационные требования к обеспечению безопасности судоходства: справочно-методическое пособие. Одесса, 2008. 260 с.
2. <http://www.odin.tc/интернет-ресурс>.
3. Александров М.Н. Безопасность человека на море. Л.: Судостроение, 1983.
4. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (SOLAS-74).

A.S. Dei, A.E. Snegur
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ANALYSIS OF ACCIDENTS OF SHIPS FOR 2016–2017

The safety of navigation is a fundamental quality of a ship and is essential to the ability to operate effectively.

Сведения об авторах: Дей Александр Сергеевич;
Снегур Алексей Евгеньевич, СВс-212.

А.С. Дей, А.Е. Снегур
Научный руководитель – Е.Е. Соловьева, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ МОРЕМ

При нынешнем экономическом развитии и дружественных торговых международных связях возникает необходимость перевозки различных грузов морем, в том числе и опасных. К данной категории грузов относятся вещества, которые при их неправильной транспортировке и хранении могут нанести существенный вред жизни и здоровью людей, оборудованию и окружающей среде.

Морские перевозки грузов приобрели большую популярность в наши дни. Высокий спрос на них обуславливается такими положительными факторами, как полная сохранность транспортируемого сырья и экономичность бюджета.

Существуют некоторые виды грузов, относимых к категории опасных, перевозка которых возможна исключительно водным транспортом и только в полном соответствии с действующими правилами, установленными ООН (для морских перевозок) или соглашением европейских государств ВОПОГ 2011 (для внутренних водных путей).

Перевозить опасные грузы можно только на специально оборудованных судах. Право на перевозку опасного груза конкретным судном подтверждается классификационным свидетельством Регистра, в котором оговариваются конкретные классы допустимых к перевозке грузов.

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.

Кроме того, отдельными документами регулируются условия перевозки водным транспортом:

- разрядных грузов;

- нефти и нефтепродуктов наливом;

- незерновых навалочным грузом.

Несмотря на то что в судоходной отрасли произошли большие изменения в области безопасности, на сегодняшний день все еще продолжают происходить аварии с опасными грузами. Неправильная практика упаковки и крепления грузов увеличивает количество несчастных случаев во время транспортировки и, как следствие, наносит большой ущерб как на море, так и на суше.

Безусловно, наиболее проблемным вопросом в области перевозок опасных грузов является снижение их аварийности. Россия по этому показателю находится на уровне других

экономически развитых государств, однако ситуация у нас во многом осложняется тем, что значительное количество транспорта с опасными грузами постоянно находится в непосредственной близости от промышленных предприятий и жилых массивов, что создает повышенную угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций с особо тяжелыми последствиями. Это в полной мере относится к перевозкам опасных грузов автомобильным, речным, авиационным и железнодорожным транспортом.

В настоящее время в области перевозки опасных грузов в Российской Федерации действуют соответствующие правила по каждому виду транспорта, разработанные на основе международных документов и рекомендаций.

Перевозки опасных грузов морским и речным транспортом регулируются рядом международных и национальных нормативных актов, в числе которых: Правила перевозок грузов, утвержденные приказом Минречфлота РСФСР и переизданные в 1989 г., Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям, Правила морской перевозки опасных грузов, Правила безопасности морской перевозки незерновых навалочных грузов, общие и специальные правила перевозки наливных грузов.

В качестве международного стандарта на морском транспорте действует Международный морской кодекс по опасным грузам, разработанный и поддерживаемый Международной морской организацией (ИМО). Главой VII «Перевозка опасных грузов» Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74) данному Кодексу придан статус обязательного.

Чтобы обеспечить безопасную упаковку и транспортировку товаров, UK P & I Club разработал следующие рекомендации.

Классификация опасных грузов: первая ключевая задача для грузоперевозчика – убедиться, что опасные грузы на борту имеют правильную классификацию ООН.

Выбор упаковки: грузоперевозчики должны гарантировать, что груз упакован безопасно и стабилен. IMDG 4.1 содержит описания упаковок.

Маркировка грузов: соответствующие и легко заметные отметки на упаковках помогают производить безопасные транспортные процедуры.

Подготовка транспортного документа для бронирования перевозки: этот пункт объясняет, какая информация должна быть представлена в конечном транспортном документе.

Сегрегация IMDG: сегрегация – это процесс хранения отдельно друг от друга таких опасных грузов, контакт которых опасен. IMDG обеспечивает руководство для этого процесса.

Упаковка транспортной единицы: упаковщик по закону обязан убедиться, что опасный груз правильно и безопасно упакован. Однако также рекомендуется проверять целостность упаковки на каждом этапе перевозки. По этой причине UK P & I Club выпустил руководство для моряков и операторов, которые упаковывают опасные грузы в грузовые единицы для морских перевозок.

Сертификат упаковки: сертификат должен быть подписан упаковщиком с указанием, что все грузовые единицы соответствуют требованиям каждого кода IMDG.

Безопасная погрузка контейнеров на судно: место, где будут размещаться грузовые единицы, зависит от конструкции судна и конкретных деталей опасного груза. Тщательно составленный грузовой план позволит минимизировать возможность происшествия во время перевозки морем.

Водный транспорт является наиболее выгодным, а часто и единственным доступным способом транспортировки различных грузов. При условии соблюдения требований действующего российского и международного законодательства, выбора пригодного для транспортировки вида судна, правильной упаковки и маркировки грузов и соблюдения условий перевозки и погрузочно-разгрузочных работ водным транспортом могут транспортироваться даже те грузы, которые иным способом перевозить запрещено или крайне затруднительно.

Список использованной литературы

1. https://studopedia.ru/4_22867_morskie-perevozki-opasnih-gruzov-perevozka-opasnih-gruzov-morskim-transportom.html.
2. <http://deckofficer.ru/titul/study/item/perevozka-opasnykh-gruzov-morem>.
3. <http://dispatcher-gruzoperevozok.info/more-volnuetsya-raz-osobennosti-perevozki-opasnyih-gruzov-vodnyim-transportom/>.
4. Консолидированный текст конвенции СОЛАС-74/83. СПб.: ЦНИИМФ, 1993. 757 с.

A.S. Dei, A.E. Snegur
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS BY SEA

With the current economic development friendly trade and international relations there is a need of transportation of various cargoes by sea, including threat. This category of goods are substances which in their improper transportation and storage can cause significant damage to the life and health of people, equipment and the environment.

Сведения об авторах: Дей Александр Сергеевич;
Снегур Алексей Евгеньевич, СВс-212.

УДК 629. 12. 073

Т.А. Домаренко, Э.М. Резниченко
Научный руководитель – Е.Е. Соловьева, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПЕРЕВОЗКА СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

В настоящее время морские перевозки набирают все большую популярность. Свидетельством тому являются цифры, а именно, более 60 % мирового грузооборота занимают морские перевозки, и этот процент растет.

Ключевыми факторами, влияющими на рост спроса перевозки грузов морем, являются следующие:

- при трансконтинентальных перевозках морской транспорт не имеет альтернатив (за исключением авиации, а, как известно, с ее помощью много грузов не отправишь, и стоить это будет очень дорого). Более 90 % внешнеторговых транспортных операций Японии, Великобритании, США обеспечиваются морским транспортом;
- для многих стран, таких как Япония, Индонезия, Австралия, морской транспорт является связующим звеном с остальным миром;
- перевозки морским транспортом подходят практически для любых грузов. Морем можно перевозить сыпучие грузы, жидкие, генеральные, хрупкие, грузы с температурным режимом и мн.др.;
- развитая сеть морских портов. Более половины стран мира обладают выходом к морю, что позволяет наиболее эффективно использовать возможности морского транспорта;
- морской транспорт обслуживает примерно 80 % мировой торговли.

Таким образом, международные морские перевозки являются неотъемлемой частью мировой экономики и торговли. Несмотря на наличие альтернативных видов транспорта, перевозки морским транспортом всегда будут занимать главные позиции в торговле между континентами, в доставке грузов в труднодоступные районы.

Морские перевозки обладают как преимуществами, так и недостатками в сравнении с другими способами перевозки грузов. Ключевые преимущества, которыми обладают морские перевозки грузов, следующие:

- низкая стоимость перевозки грузов морским транспортом. Объясняется это, во-первых, вместимостью судов, и чем больше у судна грузоподъемность, тем дешевле перевозка единицы груза, во-вторых, морским судам нужно гораздо меньше топлива и энергии для движения по морю;

- огромная номенклатура грузов, принимаемых к перевозке, и практически полное отсутствие ограничений на габариты перевозимых грузов;

- высокая безопасность груза при перевозке морским транспортом;

- контейнеризация морских перевозок многократно увеличила оборачиваемость грузов в портах;

- стандартизация в строительстве судов привела к сокращению времени погрузочно-разгрузочных операций.

Наряду с достоинствами морские перевозки обладают и недостатками. Рассмотрим их ниже:

- низкая, по сравнению с другими видами транспорта, скорость доставки груза;

- высокая зависимость от пропускной способности портов, каналов;

- неблагоприятные погодные условия могут приостановить как выход/заход судна из/в порт, так и погрузочно-разгрузочные работы;

- морское пиратство.

Скоропортящиеся грузы – это группа продуктов или режимные грузы, которые при перевозке, а также при хранении требуют точного соблюдения температурного режима, определенной влажности, выполнении санитарно-гигиенических требований и предельного срока доставки.

Скоропортящимся или срочным грузом называются материальные объекты, чьи свойства могут пропасть, повредиться или обесцениться по причине воздействия различных условий.

Среди таких условий: устаревание самой вещи из-за затянувшейся транспортировки; падение, возрастание или скачки температуры; изменение влажности. Получение физических дефектов из-за ударов, сдавливания и т.п. относится к группе общих рисков и не имеет исключительного отношения к данному типу грузов, поскольку подобные нарушения целостности не обусловлены «срочностью» груза, а появились по причине хрупкости.

Каждому грузу соответствует определённый уровень температурной обработки. Всего можно выделить пять типов грузов.

Свежие. В их случае предполагается, что они не должны быть подвержены высоким или низким температурам, которые могли бы изменить их состояние.

Охлажденные, т.е. грузы, которым необходим прохладный воздух от -6 до $+4$ °С.

Замороженные. Здесь предполагается температура от -7 до -17 °С.

Глубокозамороженные. Самая сильная степень заморозки без крайнего предела: от -18 °С и ниже.

Подогретые. В их случае требуется поддержание температуры выше, чем в окружающем воздухе.

Особенность перевозки скоропортящихся грузов заключается в том, что, как бы оперативно она ни выполнялась, почти всегда требуется соблюдение минимальных мер обеспечения безопасности перевозимой продукции. Минимальная необходимость – оснащение транспорта холодильным оборудованием, способным поддерживать необходимый темпе-

ратурный режим на протяжении всего пути. Опасности на этом не исчерпываются, ведь есть риски химического или бактериологического характера, однако принятие мер по отношению к этим воздействиям будет бесполезно, если не обратить внимания на главное. Следующее, о чём следует позаботиться, это:

- состояние упаковки, в которой будет находиться продукт, её соответствие стандартам безопасности и условиям перевозки;
- условия внутри камеры, предназначенной для перевозки скоропортящихся грузов, а конкретнее уровень температуры, наличие циркулирующих воздушных потоков, чистота, текущая ситуация с влажностью и учёт возможных изменений в процессе транспортировки;
- варианты размещения груза в данной камере;
- срок, необходимый для перевозки.

Подготовка скоропортящегося груза – ответственный процесс, от которого во многом зависит дальнейшая сохранность перевозимых объектов. Предусматривается перечень действий, рекомендованных отправителю для обязательного осуществления, прежде чем начать перевозку:

Специфической особенностью морских перевозок скоропортящихся продуктов являются риски механических повреждений груза, вызванные сильной качкой. В этой связи необходимо использовать плотную укладку, обеспечивающую безопасность от ударов или непредвиденного скольжения.

Скоропортящиеся грузы во время отправки посредством морского транспорта перевозятся либо в рефрижераторных контейнерах, либо на рефрижераторных судах. Рефрижераторные контейнеры выполнены из нержавеющей пищевой стали. Они заправляются экологичным фреоном и поддерживают постоянную температуру при помощи интегрированного холодильного оборудования. Рефконтейнеры обладают высокой степенью герметизации и низким уровнем энергопотребления. Современные модели оснащены системами самодиагностики и дружелюбным интерфейсом.

Рефрижераторное судно оснащено специализированной холодильной системой. Рефрижераторные суда разделяют на пять видов:

- низкотемпературные для доставки охлажденных грузов;
- высокотемпературные для транспортировки замороженных продуктов;
- универсальные;
- фруктовозы – суда с усиленной вентиляцией;
- рыбопромысловые рефрижераторные суда выполняют функции добычи, замораживания и транспортировки.

Трюмы термоизолированы и оборудованы системой вентиляции.

Перевозка скоропортящихся грузов – ответственный процесс, требующий учёта множества факторов, позволяющих обеспечить его сохранность. Транспортировка всегда сопряжена с рядом рисков, поскольку груз на всём её протяжении нуждается в создании особых условий, отвечающих стандартам его хранения. Гарантировать их полное выполнение на протяжении всего пути – гораздо более сложная задача, чем поддержание тех же условий внутри обычных складских помещений. В этой связи необходима качественная организация перевозки, предусматривающая непредвиденные обстоятельства и способная уберечь груз от их разрушительных воздействий. Это предполагает грамотное применение технических средств, понимание особенностей их работы, в том числе возникающих во время транспортировки.

Список использованной литературы

1. <https://www.logeast.ru/stati/pravilnaya-upakovka-v-morskix-gruzovyx-perevozkax/>.
2. <http://mydocx.ru/8-36270.html>.
3. <http://www.seaterms.ru/>.
4. <http://helpiks.org/8-13286.html>.

T.A. Domarenko, E.M. Reznichenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE TRANSPORT OF PERISHABLE GOODS

Currently, shipping is gaining popularity. This is evidenced by the figures, namely, more than 60 % of the world's cargo turnover is marine transportation and this percentage is growing.

Сведения об авторах: Домаренко Татьяна Андреевна;
Резниченко Эльвира Михайловна, Вт-212, e-mail: pillers@mail.ru

УДК 629. 12. 073

А.Е. Ефремова
Научный руководитель – И.С. Карпушин, канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОГО РЫБОЛОВСТВА

Дальний Восток имеет множество особенностей, касающихся географии и климата, социальных устоев региона, без учета которых развить прибрежное рыболовство до должного уровня невозможно. Для его успешного развития необходимо разработать концепции логистических систем, целью работы которых будет являться успешное функционирование данной отрасли.

Дальневосточный регион России имеет выход к трём биологически продуктивным морям: Японскому, Охотскому и Берингову.

Прибрежный промысел в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне ежегодно составляет около 400 тыс. т, или около 14 % установленного общего допустимого улова (ОДУ) в бассейне.

Кроме того, промысел дальневосточных лососей, осуществляемый в режимах как прибрежного, так и промышленного рыболовства, обеспечивает дополнительно ежегодный вылов от 250 до 500 тыс. т.

Крупным резервом прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке может стать тихоокеанский кальмар, запасы которого позволяют ежегодно добывать в Приморье и Татарском проливе Японского моря дополнительно порядка 80–120 тыс. т.

Таким образом, суммарный ресурсный потенциал прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке составляет 750–1000 тыс. т, при этом фактический прибрежный вылов в последние годы не превышает 620 тыс. т.

При эффективном использовании эти ресурсы могут не только обеспечить ценными продуктами питания население, но и при должном развитии прибрежного рыболовства обеспечить рабочие места и повысить уровень развития региона в целом за счет интенсивного комплексного освоения побережья.

Таким образом, прибрежное рыболовство может способствовать развитию всего региона.

Однако Дальний Восток имеет множество особенностей, касающихся географии и климата, социальных устоев региона, без учета которых развить прибрежное рыболовство до должного уровня будет невозможно. Для его успешного развития необходимо разработать концепции логистических систем, целью работы которых будет являться успешное функционирование данной отрасли.

В настоящее время прибрежное рыболовство не способно достичь должного уровня развития.

В частности, рассматривая страны Азиатско-Тихоокеанского региона или Северной Европы, можно понять, что в работу этой отрасли втянут большой процент населения, и она способна поддерживать развитие прибрежных регионов этих стран.

Чтобы понять причины, по которым прибрежное рыболовство в рамках нашей страны не способно выйти на такой уровень, необходимо изучить проблемы, из-за которых в настоящий момент оно не способно развиваться достаточными темпами, чтобы стать значимой отраслью народного хозяйства.

Например, в соответствии с Федеральным законом «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ (далее – Закон) прибрежное рыболовство определено как «предпринимательская деятельность по поиску и добыче (вылову) водных биоресурсов, приемке, обработке, транспортировке, хранению и выгрузке уловов водных биоресурсов в определенные органами государственной власти приморских субъектов Российской Федерации места доставки на территориях этих субъектов, в том числе в морские порты Российской Федерации».

Законом вводится ограничение на использование уловов, добытых (выловленных) при осуществлении прибрежного рыболовства, которые допускаются для производства рыбной и иной продукции из водных биоресурсов только на территории соответствующего приморского субъекта Российской Федерации.

Последняя новелла Закона существенно сдерживает развитие прибрежного рыболовства, особенно в ряде малонаселенных районов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, где объемы возможной добычи (вылова) водных биоресурсов весьма значительны, тогда как местная перерабатывающая инфраструктура слабо развита.

Законодательные акты, ограничивающие зону прибрежного рыболовства 12 милями территориальных вод, не только не оказывают позитивного влияния, но и являются сдерживающим фактором в развитии прибрежного рыболовства. Так, к примеру, Федеральный закон «О континентальном шельфе Российской Федерации» (от 30 ноября 1995 г. № 187-ФЗ в редакции от 21.11.2011 N 331-ФЗ) не допускает ведение промысла на континентальном шельфе в режиме прибрежного рыболовства, что, в свою очередь, является ограничителем для повышения объемов добычи.

Помимо проблем с законодательной базой существует ещё одна, не менее важная и требующая кардинального решения, проблема.

В морях Дальнего Востока, трудно организовать круглогодичный промысел в прибрежной зоне. Этому препятствует ряд факторов. Бассейны морей нашего региона имеют сложную ледовую обстановку. Ежегодно с конца сентября в Беринговом море образуется лёд, который тает в июле. Поверхность моря (кроме Берингова пролива) ежегодно покрыта льдом около десяти месяцев.

Залив Лаврентия в некоторые годы совсем не очищается ото льда. Также непростая обстановка в более южных морях, Японском и Охотском, в которых значительная площадь прибрежных вод покрывается льдом, что является препятствием для выхода малотоннажных судов на промысел.

Помимо тяжелой ледовой обстановки в летний период в морях Дальнего Востока не редки и штормы, которые создают опасные условия для промысла. При этом удаленность оборудованных бухт-укрытий является также значительным сдерживающим фактором для работы флота.

Факт малого количества портов на протяжении береговой линии прямо зависит от количества населения, которое проживает в данном регионе. Имеет место и значительная изношенность флота. Так как основная часть рыбодобывающих судов была построена ещё в советское время, то минимальный их возраст составляет двадцать лет.

В составе флотов рыболюбцевских компаний встречаются суда, которые находятся в строю и сорок пять лет (т.е. построенные еще в конце 60–начале 70-х годов XX в.). Обслуживание и, главное, ремонт такого флота требуют больших финансовых средств, что, в

свою очередь, отражается на бюджетах компаний. Постройка новых судов если не невозможное, то крайне затруднительное дело, так как верфей с нужными мощностями в стране практически не осталось.

Рентабельность покупки судов иностранной постройки также можно поставить под сомнение, поскольку их стоимость будет намного больше, чем стоимость судов, которые теоретически можно было бы построить в России.

Среди видимых перспектив развития прибрежного рыболовства, в первую очередь, можно выделить использование логистического подхода, что приведёт к созданию непрерывного цикла, конечной целью которого будет реализация гидробионтов как в оптовой, так и в розничной торговле.

Такой подход поможет установить взаимосвязь между всеми структурами, участвующими в прибрежном рыболовстве, и сторонними, но связанными с ним. В свою очередь, создание логистической системы, которая сможет эффективно организовать работу прибрежного рыболовства, приведёт к росту темпов развития данной отрасли.

Следующая значимая тенденция – это проектирование нового облика флота для работы в прибрежном промысле.

Для успешного функционирования отрасли необходимы суда не просто новой постройки, а принципиально нового типа с технологической точки зрения. Это поможет кардинально изменить ситуацию, повысить рентабельность работы на промысле, и мы должны увеличить объемы вылова, что в дальнейшем приведёт к увеличению рентабельности.

Каким требованиям должны отвечать такие суда?

Они должны быть малотоннажными и высокоавтоматизированными с той целью, чтобы небольшой по численности экипаж мог справиться с работой на них.

В идеальном варианте они должны обеспечить круглогодичную добычу гидробионтов, чтобы повысить уровень рентабельности, или обладать такими конструктивными особенностями, которые позволят увеличить объёмы добычи.

Стоимость содержания и обслуживания должна быть относительно низкой, поскольку это прямо влияет на себестоимость добытых гидробионтов.

Список использованной литературы

1. Курмазов А.А. Прибрежное рыболовство Приморья: особенности развития // Изв. ТИНРО. 2000. Т. 127, № 1.

2. Прибрежное рыболовство на Дальнем Востоке Российской Федерации // Рыбное хозяйство. 2014. № 3.

3. Концепция развития прибрежного рыболовства в приморских регионах Российской Федерации до 2020 года. Ред. от 2012 г.

A.E. Efremova
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COASTAL FISHERIES

The Far East has many features relating to geography and climate, the social fabric of the region, without which to develop coastal fisheries, to the proper level – it is impossible. For its successful development, it is necessary to develop the concept of logistics systems, the aim of which will be to the successful functioning of the industry.

Сведения об авторе: Ефремова Анастасия Евгеньевна, СВс-414, e-mail: pillers@mail.ru

М.К. Леоненко
Научный руководитель – Е.Г. Булах, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Комплексное осуществление мероприятий по организации, регулированию и контролю за движением судов на базе соответствующих технических средств привело к созданию систем управления движением судов.

Рост интенсивности мирового судоходства, появление высокоэффективных дорогостоящих судов, увеличение их размеров и скоростей определяют повышенные требования к обеспечению безопасности мореплавания.

Проводка судна из порта и в порт относится к сложным задачам управления. Ее неординарность объясняется следующими причинами:

- сложность судна как объекта управления;
- многообразие влияния внешней среды на судно, имеющее нередко опасный характер;
- необходимость обработки большого количества данных как от внутренних, так и от внешних источников информации;
- сложность навигационной аппаратуры;
- ограничение времени для принятия решений;
- многообразие видов управления;
- сложность силовых средств;
- ряд других обстоятельств.

Характеризуя сложность судов как объектов управления, необходимо отметить:

- различия в управляемости из-за многообразия движительно-рулевых комплексов, размеров и форм корпуса;
- большую инерционность;
- неполную управляемость и возможность потери управляемости;
- влияние на динамические свойства судов изменений загрузки и путевых условий (мелководье);
- зависимость эффективности средств управления от хода, режима работы движителей, вида перемещения и других причин;
- значительность влияния на движение возмущений сред;
- неоднозначность в ряде случаев реакции на управляющие воздействия.

Система управления движением судов (СУДС) представляет собой совокупность зданий (сооружений), технических средств, персонала и организационных мер.

СУДС создаются и действуют в целях повышения уровня безопасности мореплавания и эффективности судоходства, охраны жизни на море, защиты морской среды и побережья, береговых и шельфовых сооружений.

Первые СУДС (или то, что можно считать их прообразом) появились в конце 1940–начале 1950-х годов. За минувшие десятилетия СУДС прошли путь от обычных судовых РЛС, установленных на берегу, до сложнейших информационно-технических систем, использующих последние достижения радиоэлектроники и вычислительной техники.

По назначению СУДС подразделяются на следующие категории:

- портовые, действующие на акваториях портов и на подходах к ним;
- речные, действующие на внутренних водных путях, на подходах к портам, расположенным в реках и эстуариях;
- прибрежные, осуществляющие контроль за судоходством в территориальных водах прибрежных государств или в международных проливах.

В зависимости от района действия, выполняемых функций и особенностей организации СУДС подразделяются на три типа:

- 1) портовые;
- 2) прибрежные;
- 3) региональные.

Район действия портовой СУДС включает акваторию обслуживаемого порта и основные пути движения судов на подходе к порту. Портовые СУДС могут обслуживать несколько портов, имеющих общие подходные пути и/или акватории общего пользования.

Район действия прибрежной СУДС включает акваторию, расположенную во внутренних водах, территориальном море и прилегающей зоне РФ с размещенными на ней транзитными путями движения судов, районами промысла морепродуктов и добычи полезных ископаемых на шельфе.

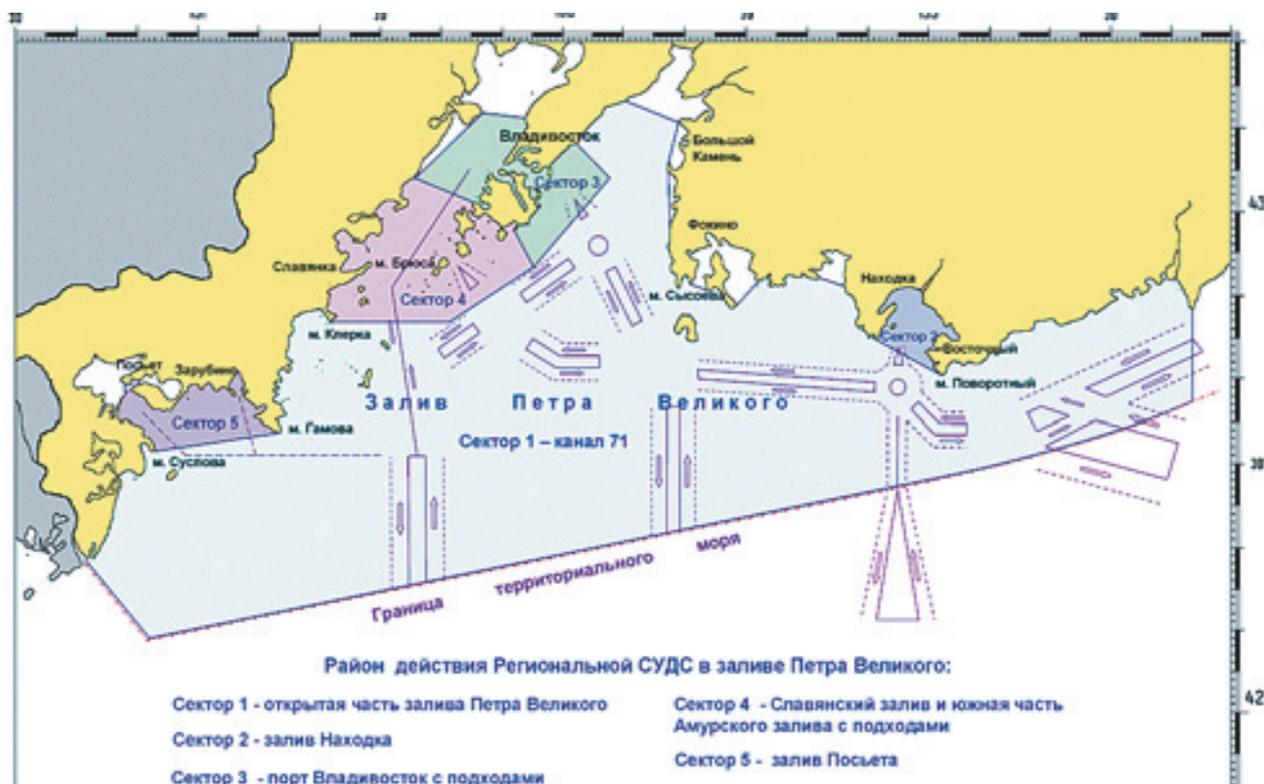
Региональная СУДС образуется на основе информационной интеграции и координированной деятельности нескольких портовых или портовых и прибрежных СУДС. Район действия региональной СУДС является совокупностью районов действия портовых и прибрежных СУДС, образующих региональную СУДС.

В Дальневосточном бассейне действуют СУДС в портах Владивосток, Находка/Восточный, Ванино, Магадан. СУДС Владивосток и СУДС Находка интегрированы в Региональную систему управления движением судов зал. Петра Великого, начавшую свою работу в 2006 г.

С использованием региональной СУДС зал. Петра Великого осуществляются:

- контроль за движением судов и за положением судов на якорю;
- передача судам навигационной, метеорологической, оперативной и иной информации;
- организация движения судов;
- оказание помощи в судовождении.

Региональная СУДС зал. Петра Великого имеет в установленном порядке выданные свидетельства, удостоверяющие соответствие СУДС технико-эксплуатационным требованиям № МФ-02-22/848-70 и Резолюции ИМО А.857(20), предъявляемым к СУДС высшей категории.



Региональная СУДС залива Петра Великого

Таким образом, традиционные СУДС, сохраняя свою основную функцию по обеспечению безопасности мореплавания и охраны жизни на море, становятся ядром информационных систем транспортных терминалов, решая одновременно задачи повышения эффективности перевозок, защиты окружающей среды, антитеррористические и другие задачи и вызовы, появившиеся в последнее время.

Список использованной литературы

1. Положение о региональной СУДС залива Петра Великого. Утверждено генеральным директором ОАО «НОРФЕС» В.Ю. Ванюковым 03 июня 2006 г. Согласовано начальником управления обеспечения судоходства ФАМРТ А.Н. Ольшевским 02 июня 2006 г. и генеральным директором ФГУП «МОРСВЯЗЬСПУТНИК» В.А. Богдановым 02 июня 2006 г.
2. Журнал «Морские порты». 2010. № 8 (89).
3. Положение о системах управления движением судов / Министерство транспорта Российской Федерации; Государственная служба морского флота. М., 2002.
4. Временно руководство по использованию АИС на судах и в береговых службах / ОАО «НОРФЕС». 2002.
5. Журнал «Морские порты». 2011. № 7 (98).

М.К. Leonenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

IMPROVING THE SAFETY OF NAVIGATION THROUGH THE PETER THE GREAT BAY REGIONAL VESSEL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM

The integrated implementation of measures for the organization, regulation and control of the movement of ships on the basis of appropriate technical means has led to the creation of systems for the management of the movement of ships.

Сведения об авторе: Леоненко Максим Константинович, СВс-614, e-mail: meks-2011@inbox.ru

УДК 656.62(47)(09)

И.А Пестриков
Научный руководитель – А.М. Иванов, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

РОЛЬ ЛИЧНОСТИ И ВКЛАД АДМИРАЛА Ф.Ф. УШАКОВА В МОРСКОЙ ФЛОТ РОССИИ

Рассмотрим личность адмирала Ф.Ф. Ушакова и его вклад в российский флот. Рассматриваются его теоретическая и практическая деятельность, изобретения, научные труды.

Введение

Выдающийся русский флотоводец, один из создателей Черноморского флота, безумно храбрый, обладатель благороднейшего сердца, грубоватый в обращении – вот образ Фёдора Фёдоровича Ушакова, запомнившийся его современникам. Напоминать, что этот человек – адмирал, так же излишне, как пояснять, что Пушкин – поэт.

Во время русско-турецкой войны 1787–1791 гг. Ушаков разгромил турецкий флот в сражениях возле Керчи и Тендры (1790 г.), у мыса Калиакрия (1791 г.). Успешно провёл Средиземноморский поход Черноморского флота во время войны с Францией 1798–1800 гг., штурмом с моря взял французскую крепость на греческом острове Корфу (1799 г.).

Многое роднит Ушакова с Суворовым, сердечно его любившим. Оба они – герои русско-турецких войн и первой войны России с Францией; оба – создатели школы полководческого искусства, оба – непобедимы.

Юность флотоводца

Ушаков родился в 1745 г. в семье небогатых тамбовских дворян. В XVIII в. мальчиков из дворянских семей уже с детских лет было принято записывать «в службу». Отец Фёдора, зачитывавшийся на досуге «Записками о Свейской войне» Петра I и модными приключенческими романами о пиратах, с большими усилиями добился, чтобы его сына зачислили мичманом в морской экипаж. Последующие звания присваивались по мере взросления ребёнка и в немалой степени зависели от связей при дворе и размеров взяток чиновникам. Так или иначе в 17 лет младший Ушаков стал капитан-поручиком. Вскоре молодой человек прибыл в Санкт-Петербург и поступил в Морской кадетский корпус. По окончании учёбы он получил диплом с отличием и эполеты бригадира.

Председатель Тайной канцелярии Андрей Иванович Ушаков добился назначения своего внучатого племянника Фёдора командиром операторской яхты «Штандарт», служба не была обременительной – Екатерина II редко совершала морские прогулки. Каюта 20-летнего капитана постепенно превратилась в своего рода учебный класс, куда запросто заходили младшие офицеры, чтобы обсудить новинки мировой военно-морской тактики.

Когда началась русско-турецкая война 1768–1774 гг., Фёдор Ушаков подавал на имя генерал-адмирала А.Г. Орлова один рапорт за другим с просьбой перевести его на боевые корабли, которые спешно готовились к походу в Средиземное море. В это же время он стал часто посещать один из них – новейший фрегат «Африка», которому долго не могли подобрать командира. Не желая ссориться с императрицей, которая по-прежнему благоволила к председателю Тайной канцелярии и едва ли желала подвергать опасности его молодого родственника, Орлов каждый раз отвечал отказом. Тогда Фёдор Ушаков обратился к своему непосредственному начальнику – вице-адмиралу Самуилу Карловичу Грейгу. Грейг уговорил главнокомандующего направить настойчивого юношу на «тихий» участок, в Донскую флотилию, командовать галерной ротой. Блестящие победы русских военных моряков над турецким флотом в Хиосском проливе и при Чесме Ушаков изучал по картам. Он пытался представить себя на месте известных флотоводцев: Орлова, Спиридова или Грейга – и, как правило, не находил у них серьёзных тактических промахов.

Уже после войны во время одной из своих поездок в Керчь, ставшую базой строившегося Черноморского флота, князь Г.А. Потёмкин при разборе неудачно прошедших в июне 1775 г. учений отметил верные и смелые суждения бригадира Ушакова. Фёдор Фёдорович был назначен командиром нового фрегата. Теперь сам всесильный фаворит пристально следил за своим подопечным, которому в Петербурге так и не могли простить уход с императорской яхты. Однако корабль под вымпелом Ушакова неизменно оказывался первым в учебных походах и артиллерийских стрельбах. В обход Адмиралтейства Григорий Александрович уже через пять лет доверил талантливому офицеру старый 56-пушечный линейный корабль «Виктор». Одновременно Потёмкин пригласил его на корабельные верфи в Херсоне, где закладывалась серия линейных кораблей «Слава Екатерины». Ушаков вникал во все тонкости строительства и, убедившись в том, что лес ставится сырой, приказал обшить днище «Святого Павла» (корабль не имел тогда капитана) медными листами, чтобы предохранить его от гниения. Именно на этот корабль он и был назначен командиром. Матросов и боцманов Фёдор Фёдорович набирал и учил сам. Они платили ему признательностью, уважением и искренней преданностью.

Первые победы

Обострение противоречий между Россией и Турцией вскоре привело к новой русско-турецкой войне 1787–1791 гг. В это время Ф.Ф. Ушаков находился в Севастополе в должности командира авангарда флота.

В начале войны главные силы русского Черноморского флота были сосредоточены у мыса Калиакрия. Однако из-за сильного шторма часть линейных кораблей передового отряда пошла ко дну, другая выбросилась на берег: погибла треть Черноморского флота. Корабль Ушакова «Святой Павел» с поломанными снастями вернулся в Севастополь исключительно благодаря хладнокровию своего командира и выучке команды.

Получив сообщение Потёмкина о несчастье, Екатерина II вознамерилась повторить поход кораблей Балтийского флота в Средиземное море, как это было в предыдущую русско-турецкую войну. Она пригласила графа А.Г. Орлова-Чесменского на аудиенцию, чтобы поручить опытному флотоводцу возглавить флот. Алексей Григорьевич в резкой форме напомнил императрице библейскую истину о том, что «нельзя влить молодое вино в старые мехи», и сказал, что напуганная победами России Европа не допустит второй экспедиции, подобной той, которая закончилась Чесменским разгромом турецкого флота. Лучше, советовал он, отправить в Севастополь опытных моряков с Балтики. Разгневанная Екатерина немедленно подписала указ об отставке Орлова, что означало ссылку прославленного адмирала и дипломата в его подмосковное имение. Однако прозорливость опального вельможи вскоре подтвердилась – Швеция объявила России войну.

Капудан-паша Османской империи Гассан-бей, во время Чесменского сражения выплывший с саблей в зубах из-под обломков своего корабля «Реал-Мустафа», мечтал восстановить свою славу Крокодила Морских Сражений, померкшую после поражения при Чесме. Он был уверен, что в России не осталось достойных противников. Потрясённый потерей самых мощных кораблей, командующий Черноморским флотом адмирал Войнович боялся даже вывести оставшиеся корабли из гавани на внешний рейд, забрасывал императрицу мольбами о разрешении отвести их в Азовское море, чтобы сохранить уцелевшую часть флота. Потёмкин своей властью приказал Ушакову действовать в случае необходимости самостоятельно. От классических принципов боя параллельными линиями следовало решительно отказаться из-за отсутствия в Севастополе достаточного количества кораблей. Долгими бессонными ночами Ушаков делал расчёты новых тактических приёмов, которые в целом сводились к тому, что строй кораблей противника рассекали под прямым углом, флагманский корабль обязательно подвергали атаке, а артиллерию применяли в основном на дистанции прямого поражения.

В июле 1788 г. громадный флагман «Капудание», на котором развевался флаг самого Гассан-бея, вёл к Очакову 17 турецких линейных кораблей. У острова Фидониси они встретились с авангардом русского флота – отрядом кораблей «Святого Павла», который издали поддерживали основные силы Черноморского флота. Турки намного превосходили русские силы в кораблях и орудиях. Идти на абордаж, имея 4 тыс. матросов против 10 тыс. неприятеля, было безумием. Тем не менее Ушаков сделал манёвр, создавший у противника впечатление, что строй русских кораблей идёт на сближение с бортами его головных судов. Турки прекратили стрельбу, поскольку посылаемые ими ядра стали перелетать через русские корабли, и собрали команду на палубах для абордажного боя. В этот момент, убрав паруса и уменьшив скорость, Ушаков приказал бить в упор по бортам неприятельских кораблей. Последние, «потеряв ветер», сбились в кучу, и русские снаряды буквально сметали людей с палуб. Гассан-бей попытался помочь им, издали открыв огонь по «Святому Павлу». Но произошло то, на что и рассчитывал Фёдор Фёдорович: эти снаряды попадали в более высокие турецкие корабли, которые кольцом закрывали русские парусники, ведущие непрерывный огонь. В результате два вражеских фрегата загорелись и пошли ко дну. Турецкий адмирал был вынужден отдать команду о возвращении. В Стамбуле на пирсе его ожидали возмущённые вдовы тех, кто был расстрелян своими же пушками. Что касается потерь русских, то после переключки в команде Ушакова не оказалось ни одного убитого.

Вскоре последовала победа русских в Керченском проливе и у Гаджибея. Отныне имя Ушак-паши, т.е. Ушакова, произносили в Стамбуле со страхом и пугали им непослушных детей.

В 1790 г. Екатерина II лично вручила Фёдору Фёдоровичу Ушакову эполеты вице-адмирала и патент командующего Черноморским флотом. На него возлагалась ответственная задача – поддерживать войска Суворова, ведущие наступление в дунайском княжестве Валахия.

В конце лета 1790 г. у Тендровской косы была сосредоточена турецкая эскадра, в которую входили 14 линейных кораблей, 8 фрегатов и 23 вспомогательных судна. Она должна была загородить русским вход в устье Дуная. Адмирал Сеид-бей находился на «Капудание». Получив сообщение о появлении турецких кораблей, Ушаков немедленно покинул Севастополь, чтобы нанести удар по эскадре неприятеля. Не меняя походного построения в три колонны, он на всех парусах мчался на турецкие суда. Турки ждали, когда русский командующий расставит корабли в линию. Но Ушаков, не снижая скорости, поднял флажный сигнал: «Сосредоточить атаку на передовых неприятельских судах». Турецкий флагман в считанные минуты был атакован с двух сторон «Святым Павлом» под флагом Ушакова и «Святым Петром» капитана 1-го ранга Сенявина, которые с расстояния ружейного выстрела открыли сокрушительный огонь. Перепуганные турки, сбрасывая в воду пушки, чтобы увеличить скорость, смогли оторваться от русских. Ушаков следовал за ними, пока не наступила ночь. Несмотря на то что ветер утих, турецкие моряки, бездумно следовавшие букве устава, убрали паруса и бросили якоря. Ушаков же положил корабли в дрейф, и их сносило течением в сторону турецких парусников. Утром он с близкой дистанции вновь атаковал неподвижную эскадру противника. Первым погиб корабль «Капудание», подожжённый с кормы фрегатом «Святой Андрей», 66-пушечный «Мелеки-Бахри» и три галеры выбросили белый флаг. Третий линейный корабль опрокинулся при попытке маневрировать. Потери русских моряков в бою у Тендры составили 20 человек.

Битва у мыса Калиакрия

Окончательную победу Черноморский флот одержал в 1791 г. у мыса Калиакрия. Султан потребовал от Гассан-бея и его флагмана адмирала Сеид-бея уничтожить, наконец, флот русских, а Ушак-пашу привезти в Стамбул в специально сделанной деревянной клетке. Между тем Ушаков, имея в своём распоряжении всего 16 линейных кораблей и 2 фрегата, атаковал огромный турецкий флот, насчитывавший 18 линейных кораблей и 17 фрегатов. В отчёте императрице Фёдор Фёдорович так описывал это сражение: «Наш же флот всюю линией передовыми и концевыми кораблями совсем его окружил и производил с такой отличной живостью огонь, что, повредя много в мачтах, стеньгах, реях и парусах, не считая великого множества пробоин в корпусах, принудил укрываться многие корабли один за другого, и флот неприятельский при начале ночной темноты был совершенно уже разбит до крайности, бежал от стесняющих его беспрестанно российских кораблей стеснённой кучей под ветер...». Только августейший указ императрицы о прекращении боевых действий в связи с началом мирных переговоров, доставленный Ушакову на быстроходной бригантине, спас турок от полного разгрома. Османская империя лишилась флота на Чёрном море. Потери же русских составили 17 человек убитыми и 28 ранеными.

Штурм Корфу

После смерти Екатерины II её сын император Павел I стал искать союзников, чтобы остановить экспансию Французской Республики. Талантливый французский полководец Наполеон Бонапарт начал перекраивать политическую карту Европы. Когда вся Северная Италия, занятая французами, превратилась в Цизальпинскую Республику и французские солдаты высадились на Ионических островах и в Египте, турецкий султан Селим III обратился в Санкт-Петербург с предложением организовать антифранцузскую коалицию. Россия ответила согласием, хотя её интересам пока ничего не угрожало. К ним немедленно присоединились Австрия и Англия, по просьбе которых русская армия под командованием Суворова была отправлена в Северную Италию, а черноморская эскадра Ушакова прибыла на берега Босфора. Султан лично встречал Фёдора Фёдоровича, наградил его высшим воинским орденом и оказал ему высочайшие почести. Ушаков писал императору: «Во

всех местах оказаны мне отличная учтивость и благоприятство, также и доверенность неограниченная». Под командованием российского вице-адмирала поступили 15 линейных кораблей, а капудан-паша Кадыр-бей поклялся беспрекословно подчиниться Ушакову.

Осенью 1798 г. русско-турецкий флот осадил остров Корфу – сильнейшую крепость Ионического архипелага, которую занимал значительный по численности французский гарнизон. Первый консул Франции генерал Бонапарт в своём приказе командиру крепости генералу Шабо напоминал, что тот стоит перед «средиземноморскими воротами на Балканы». Стремясь взять больше боеприпасов и солдат для десанта, Ушаков сократил до минимума запасы продовольствия. В этом сказались отсутствие навыков дальних походов. Вскоре русские моряки и солдаты стали страдать от голода. Надежда на то, что турки организуют снабжение флота, не оправдалась. И Ушаков решился на то, что до сих пор считалось невозможным: взять хорошо укрепленную цитадель штурмом с моря.

Ночью на побережье острова были высажены 500 десантников. Когда рассвело, корабли открыли огонь, поддерживая поднявшихся в атаку солдат и матросов. Во второй волне наступавших бежали турки с большими мешками – в них они складывали отрезанные головы убитых французских солдат: их числом измерялся личный героизм турецкого воина и определялся размер его будущей премии от капудан-паши. Это сделало сопротивление французов более ожесточённым. Генерал Шабо приказал отбиваться до тех пор, пока к берегу не пристанет ялик с русским адмиральским вымпелом. Свою саблю он сдал лично Ушакову. В знак уважения к доблести и храбрости французов Фёдор Фёдорович вернул генералу оружие и попросил его быть гостем на «Святом Павле». Вице-адмирал решительно пресёк бесчинства турок, расстреляв нескольких мародёров и напомнив Кадыр-бею, кто из них двоих уполномочен султаном быть старшим.

После освобождения Корфу Ушаков столкнулся с нелёгкой дипломатической проблемой – антитурецкими настроениями ионических греков, не желавших возвращаться в подданство султана. И хотя никаких письменных инструкций из Михайловского замка, резиденции Павла I, Фёдор Фёдорович не имел, он выдвинул идею создания Греческой Республики Семи Островов, которая при поддержке России должна была получить автономию в составе Османской империи или в крайнем случае – российский протекторат (покровительство с оттенком политической зависимости). Кадыр-бей донёс об этом Селиму III, который, в свою очередь, заявил протест Петербургу. Ушакову было мягко предписано заниматься «своими делами».

Воцарение Александра I обернулось для гениального русского флотоводца неожиданной отставкой. На этом настаивали английские, австрийские и турецкие послы при согласовании условий восстановления дипломатических и экономических отношений между Россией и её бывшими партнёрами по антифранцузской коалиции. Могучую державу пытались ослабить, лишив её талантливых полководцев и флотоводцев. В блеске гения Суворова и Ушакова трудно было различить военный талант Кутузова и Багратиона, Сенявина и Лазарева, а также многих других, воспитанных их примером. Краткий пенсионный аттестат адмирала, собственноручно написанный императором, начинался просто: «Победителем всех неприятелей России на морях графу Ушакову Фёдору Фёдоровичу...».

Так в зените своей славы непобедимый Фёдор Фёдорович Ушаков расстался с оперёнными белоснежными парусами родными линейными кораблями, фрегатами и галерами на севастопольском рейде, которые салютовали ему на прощание орудийными залпами...

Список использованной литературы

1. Энциклопедия для детей. Т. 5. История России и её ближайших соседей. Ч. 2 / гл. ред. М.Д. Аксёнова. М.: Аванта+, 1997. 704 с.
2. Корабли Российского императорского флота: энциклопедия / под общ. ред. А.Е. Тараса. Минск: Харвест, 2000. 336 с.

I.A. Pestrikov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE ROLE OF PERSONALITY AND THE CONTRIBUTION OF ADMIRAL F.F. USHAKOV IN THE RUSSIAN NAVY

In this material, the personality of Admiral F.F.USHAKOV and his contribution to the Russian navy. His theoretical and practical activities, inventions, scientific works are considered.

Сведения об авторе: Пестриков Игорь Алексеевич, СВс-112, e-mail: Hvce00@mail.ru

УДК 639. 2. 081. 7

С.А. Польшов, К.В. Кунёв
Научный руководитель – Г.Г. Котов, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ РЫБОПОИСКОВЫХ ПРИБОРОВ

Объём априорной информации всегда на практике ограничен и во многом определяется помехоустойчивостью гидроакустического прибора.

При работе гидроакустического рыбопоискового прибора (ГАРПП) на дисплее судоводителю выдается информация о расположении судна и косяка и об их взаимных перемещениях. Отображение информации на экране дисплея просматривается в графическом и цифровом видах. Четкость изображения и точность снятия оператором координат во многом зависят от помехоустойчивости приемных трактов ГАП. Прием полезных эхосигналов (от косяков рыбы и дна), как правило, сопровождается различного рода помехами, затрудняющими расшифровку получаемой информации.

По характеру воздействия на приемный тракт прибора помехи подразделяются на акустические и электрические.

Источниками акустических помех являются судно-носитель аппаратуры, море, другие гидроакустические приборы, находящиеся на судне, а также рыболокаторы соседних судов (при групповом промысле).

Наибольший удельный вес в акустических помехах имеют шумы судна, источниками которых являются работающие двигатели и различные механизмы, гребные винты, вода, обтекающая корпус судна, и антенны (гидродинамические помехи), а также реверберационные помехи. Вибрация корпуса судна передается на приемную антенну непосредственно через корпус и воду. Шум гребного винта включает ультразвуковые, вызванные кавитационными процессами, и тональные колебания звуковой частоты. Гидроакустические шумы образуются при движении судна в результате обтекания его корпуса и акустической антенны набегающими волнами. Причем уровень этого шума возрастает с увеличением скорости хода судна. Есть незначительная доля в гидроакустических помехах и шумового поля моря, вызываемого поверхностным волнением, сейсмическими процессами, океанической турбулентностью и т. п., а также шума, создаваемого морскими животными (сильные помехи наблюдаются только от дельфинов).

Особое место среди прочих помех занимают реверберационные, появляющиеся только при работе гидроакустической аппаратуры. При излучении зондирующего акустического импульса в блоке звуковой индикации прослушивается непрерывное определенной продолжительности звучание, интенсивность которого быстро убывает. В зависимости от рас-

пределения рассеивателей различают объемную, донную и поверхностную реверберации. Основной и наиболее длительной является объемная реверберация, обусловленная центрами рассеяния, находящимися в толще воды.

Поверхностная реверберация заметно выражена при волнении, так как при этом пузырьками воздуха насыщается более толстый поверхностный слой. Интенсивность поверхностной реверберации убывает пропорционально, т.е. быстрее, чем объемная реверберация, которая убывает пропорционально.

Донная реверберация, определяемая количеством и характером рассеивателей в придонном слое, становится ощутимой в мелком море при слабопоглощающем грунте. Донная реверберация самая кратковременная – ее интенсивность убывает пропорционально.

Интенсивность реверберации в основном зависит от технических параметров гидроакустической станции, количества центров рассеяния и их распределения в водной среде. Так, для направленной акустической антенны интенсивность объемной реверберации выражается формулой

$$I_p = (\alpha \tau P_a / 8\pi c t^2) \times 10^{-0,2 \delta c t},$$

где α – коэффициент объемной реверберации, характеризующий рассеивающую способность моря (экспериментально установлено $\alpha = 10^{-7} - 10^{-9} \text{ м}^{-1}$); P_a – акустическая мощность излучателя; τ – длительность импульса; c – скорость звука; δ – коэффициент поглощения звука средой; t – время от момента посылки.

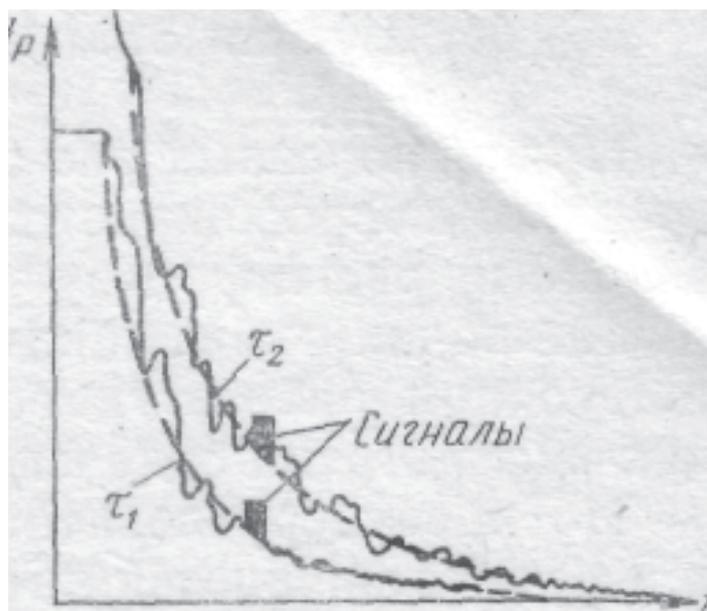


Рис. 1. График интенсивности реверберации во времени в зависимости от длительности импульса

Из приведенной формулы видно, что интенсивность прямо пропорциональна мощности излучателя, длительности импульса и обратно пропорциональна квадрату времени. На рис. 1 показан характер изменения I_p в соответствии с вышеприведенной формулой для двух значений длительности импульса T_1 и T_2 (причем $T_2 > T_1$) при постоянной P_a . Пунктирная линия соответствует равномерному распределению центров рассеяния. В реальных условиях наблюдается неравномерное распределение рассеивателей, а отраженные от них волны интерферируют, в результате чего реверберационные шумы носят флуктуирующий характер (на графике сплошные линии). Максимальная I_p наблюдается в момент посылки, затем она быстро убывает.

Реверберационные шумы являются помехами в рыболокации, так как они маскируют полезные сигналы. На фоне шума нелегко выделить эхо от косяка рыбы в показаниях любого индикатора. Для этого требуются определенный навык и умелое манипулирование регулируемыми параметрами прибора для снижения уровня помех. В рыболокаторах уровень реверберационных помех снижается подключением схемы ВАРУ и выбором соответствующей длительности импульса. На рис. 1 показано влияние длительности импульса на прием эхо-сигналов от одного и того же ближнего объекта. При большей длительности импульса (T_2) повышенная интенсивность реверберации с глубокими флюктуациями (колебаниями) маскирует сигнал и выделить его чрезвычайно трудно. При T_1 интенсивность шумового фона снижена и ее колебания незначительны: эхо-сигнал фиксируется индикаторами. Следовательно, переключением длительности зондирующего импульса можно добиться оптимальных условий для обнаружения косяков рыбы, расположенных недалеко от судна.

В целях повышения помехоустойчивости гидролокаторов применяются специальные устройства, такие как «ВАРУ», «АРУ», «Белая линия», «Серая линия», «Контурная линия» и другие, которые позволяют увеличить возможности регистрации рыбы при повышенном уровне помех.

На рис. 2 представлена типовая схема, обеспечивающая работу приёмного тракта ГАРПП в режимах «Белая линия», «Дно» и «Контурная линия».

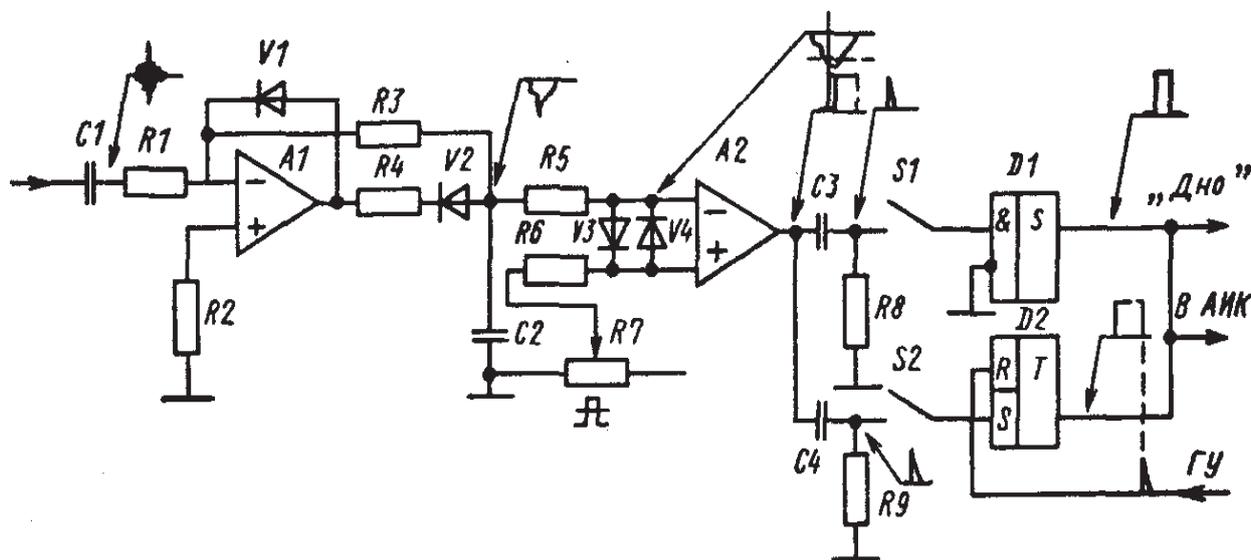


Рис. 2. Схема формирования импульсов для режимов «Белая линия», «Дно» и «Контурная линия»

Таким образом, на эффективность поиска рыбы отрицательно влияют различного рода помехи, вызываемые посторонними источниками звука, а также связанные с собственным излучением станции.

Повысить помехоустойчивость ГАРПП можно оптимизацией параметров самого прибора в различных режимах и использованием специальных устройств, таких как схемы ВАРУ, «Белая линия», «Контурная линия», «Серая линия», электронных запоминающих устройств и т.д.

Список использованной литературы

1. Букатый В.М. Промысловая гидроакустика и рыболокация. М., 2005.
2. Долгих В.Н. Прикладная гидроакустика. Владивосток, 2005.
3. Котов Г.Г., Булах Е.Г. Основы теории гидроакустики и рыбопромысловые приборы. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011.
4. Простаков А.Л. Гидроакустика и корабль. Л.: Судостроение, 1997.

S.A. Polynov, K.V. Kunev
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

IMPROVEMENT OF HYDROACOUSTIC INTERFERENCE FISHERY INSTRUMENTS

The volume of a priori information is always in practice limited and in many respects is determined by the noise immunity of the hydroacoustic device.

Сведения об авторах: Полынов Сергей Александрович, СВс-315, e-mail: sergio38835@gmail.com;

Кунёв Константин Валерьевич, СВс-315, e-mail: kostya5_92@mail.ru

УДК 551.515.2 (265.5)

А.В. Понкратов
Научный руководитель – Л.И. Мезенцева, канд. геогр. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ВЛИЯНИЕ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ НА ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ В МОРЯХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАССЕЙНА

Обобщены сведения о тропических циклонах северо-западной части Тихого океана, влияющих на погодные условия морей Дальневосточного бассейна. Приведена статистика числа выходов тайфунов на дальневосточные моря и прилегающие территории, их глубина, траектории смещения, радиусы штормовой зоны, сезонные особенности.

Тропические циклоны (ТЦ) относятся к погодным системам синоптического масштаба с циклоническим вращением воздуха. Они возникают и развиваются в тропических широтах над океаном и обычно четко выделяются как отдельные перемещающиеся образования в полях облачности, ветра, приземного давления, температуры, влажности воздуха и осадках. Подчеркивая их существенные отличия от циклонов умеренных широт, часто указывают на их нефронтальное происхождение и зарождение только над океанами. Тропические циклоны имеют форму, близкую к правильной концентрической малого радиуса.

Климатологические сведения о тайфунах имеют большое значение при составлении навигационных пособий, планировании морских перевозок, выборе районов промысла, обслуживании судов рекомендованными курсами. Не менее важную роль играют эти данные и для научных исследований, связанных с разработкой методов прогноза перемещения, эволюции и повторяемости тайфунов.

В настоящей работе обобщены сведения об особенностях развития тропических циклонов северо-западной части Тихого океана, влияющих на погодные условия Дальневосточного бассейна.

Тропические циклоны возникают главным образом в области внутритропической зоны конвергенции, в зоне сходимости пассатных течений, над перегретыми океаническими поверхностями. При этом зона конвергенции должна находиться не менее чем в 5° от экватора (в подавляющем большинстве случаев не менее чем в 10° от экватора), чтобы отклоняющая сила вращения Земли (сила Кориолиса) была достаточно велика [1, 2].

Обычно тропические циклоны имеют небольшой по сравнению с другими циклонами размер, составляющий около 200–300 км в диаметре, в то же время давление в центре циклона опускается до 950, иногда и до 900 гПа. Оба этих фактора обеспечивают очень большие барические градиенты. Ветры достигают силы шторма и урагана. Сила Кориолиса (отклоняющая сила вращения Земли) является причиной возникновения вращения воз-

духа в циклоне, следовательно, ветры в тропических циклонах Северного полушария дуют против часовой стрелки, а Южного полушария – по часовой стрелке. По высоте тропический циклон распространяется до 16–18 км и достигает уровня тропической тропопаузы.

В северной части Тихого океана тропические циклоны встречаются от берегов Центральной Америки до Азиатского материка. Зона возникновения тайфунов в основном ограничена 5 и 20° с.ш., хотя отдельные тропические циклоны могут возникать на 2–5 и на 30° с.ш. В северной части Тихого океана можно выделить три района возникновения тропических циклонов: между Филиппинскими и Марианскими островами, в районе Гавайских островов и между 90 и 125° з.д.

Тропические циклоны в Северном полушарии с момента их возникновения смещаются на запад, северо-запад со скоростями 10–15 узлов. Достигнув точки поворота вблизи тропиков Рака и Козерога, где их скорость движения ещё меньше, они поворачивают и далее движутся к северу, северо-востоку (рис. 1) [2]. После поворота на участке траектории, направленной к северо-востоку, скорость перемещения тайфунов возрастает до тех же значений, что и у внетропических циклонов (до 30–50 км/ч). В случае выхода на материк скорость движения тропических циклонов, как правило, резко уменьшается.

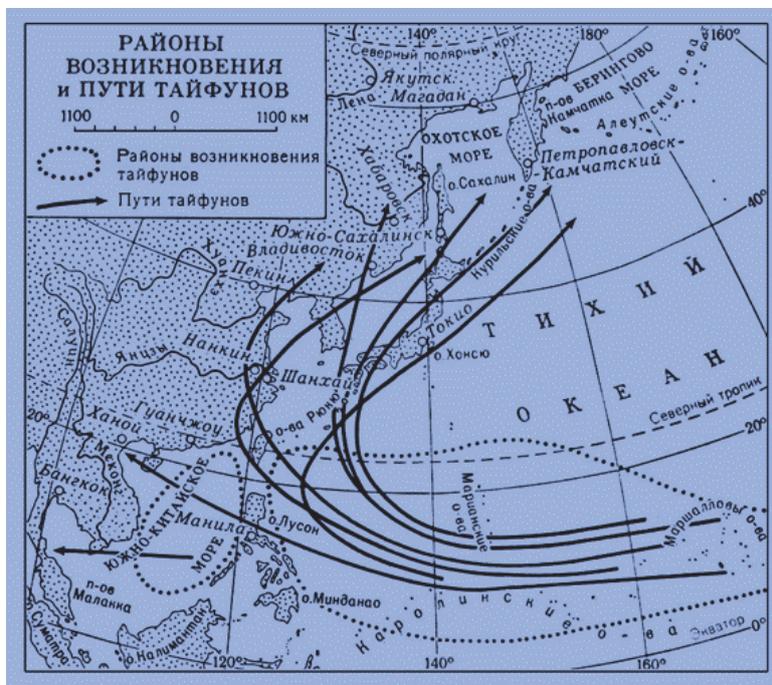


Рис. 1. Районы возникновения и пути тайфунов северо-западной части Тихого океана

Перемещение тайфунов определяется высотными воздушными течениями. В начальной стадии развития тропических вихрей их движение определяется высотными восточными ветрами тропической зоны на южной периферии субтропического антициклона (вблизи которой они возникают). Поэтому от места своего зарождения между параллелями 10–20° с.ш. тропические циклоны движутся на запад. Этот участок траектории принято называть прямой ветвью. Затем, огибая субтропические антициклоны, делая поворот в своем движении, тропические циклоны северо-западной части Тихого океана начинают перемещаться на северо-восток и восток в направлении ведущего потока уже северной периферии субтропического антициклона. Обычно субтропические антициклоны простираются до западных частей океанов, поэтому тропические циклоны часто поворачивают именно здесь. Если же в строении антициклонов наблюдаются разрывы, поворот и выход тропических циклонов в умеренные широты оказывается уже не на западе океанов, а восточнее, ближе к очагу зарождения. Этот вид траектории называется параболическим.

Если над океаном субтропический антициклон оказывается соединенным с материковым, то тропические циклоны уже не могут пройти в высокие широты и движутся только на запад, выходя на сушу, производя страшные разрушения и быстро затухая.

Примерно в половине случаев тайфуны северной части Тихого океана движутся по траекториям с одной прямой ветвью, несколько реже (в одной трети случаев) – по параболическим траекториям. Движение по одной обратной ветви и с петлеобразными траекториями наблюдается еще реже (рис. 2) [3, 4].

Наибольшую опасность для мореплавателей представляют тропические циклоны, смещающиеся не по «стандартным» траекториям. «Топтание» циклона на месте, резкое изменение направления его смещения создают определенные трудности при маневрировании вблизи опасной близости к тайфуну.

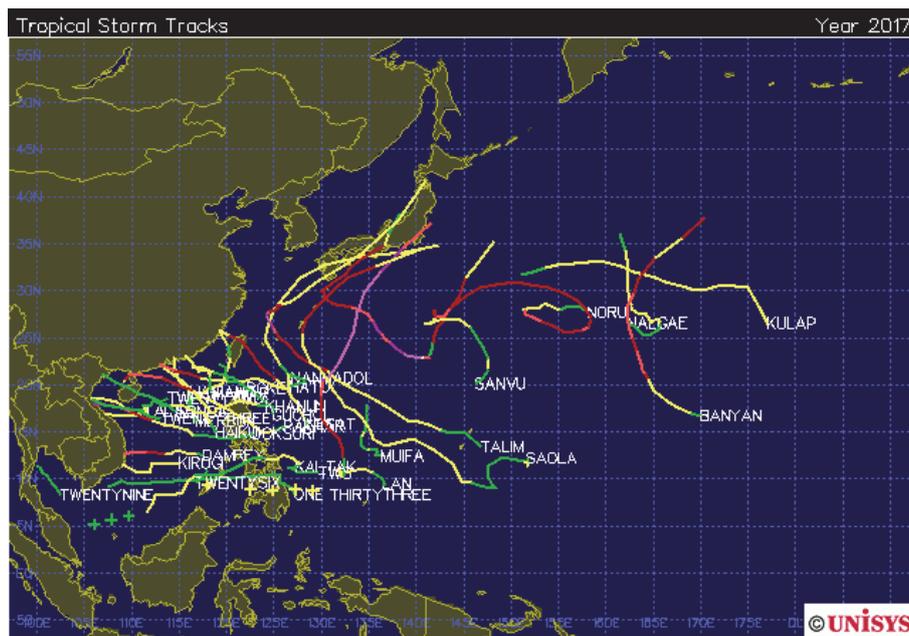


Рис. 2. Пути перемещения тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в 2017 г. (заимствовано с www.weather.unisys.com/hurricane)

Климатологические характеристики тропических циклонов (ТЦ), оказавших воздействие на погоду дальневосточных морей и прилегающих территорий, получены на основе данных за период 1961–2017 гг. [5].

Средняя продолжительность существования тайфунов северо-западной части Тихого океана – 6–8 сут, максимальная – 18 сут. За продолжительность жизни тайфуна принимался период от стадии тропического шторма до момента диссипации тайфуна в тропиках или умеренных широтах. Наибольшая продолжительность жизни наблюдается у тех тайфунов, которые выходят в умеренные широты и трансформируются в циклоны умеренных широт, приобретая горизонтальную термическую асимметрию [4, 5].

За указанный период на Дальний Восток России вышли 287 тропических циклонов. При анализе по десятилетиям можно наблюдать резкое уменьшение числа выхода ТЦ от 1961–1970 гг. (52) к 1971–1980 гг. (45), затем некоторое увеличение их количества к 1981–1990 гг. (50). В течение десятилетия 2001–2010 гг. отмечалось уменьшение числа выходов ТЦ на Дальний Восток до 37 случаев. С 2011 по 2017 г. на российский Дальний Восток воздействовало 55 ТЦ, т.е. вновь прослеживается тенденция к росту числа тропических циклонов.

По данным таблицы видно, что воздействие ТЦ на погоду Дальнего Востока России возможно с апреля по декабрь. Наиболее вероятен их выход в августе (37,4 %) и в сентябре (30,4 %). На июнь, июль и октябрь приходится соответственно 6,0, 11,3 и 12,5 % случаев

выхода ТЦ. Вероятность выхода ТЦ на регионы ДВ в апреле и декабре составляет 0,3 % случаев, а с января по март ТЦ не выходили на российский Дальний Восток. Эти особенности объясняются сезонными изменениями местоположения северо-тихоокеанского субтропического антициклона, внутритропической зоны конвергенции и зоны западного переноса умеренных широт Северного полушария.

Следует отметить, что не все районы Дальнего Востока одинаково подвержены влиянию тропических циклонов. Чаще всего под их воздействием оказываются Японское море (25,4 %), Курильские острова (17,5 %), Охотское (13,9 %) и Берингово (12,2 %) моря. Вероятность выхода ТЦ на Приморский край составляет 7,2 %, на Хабаровский край – 3,1 %, на Магаданскую область – всего 1,6 % относительно всех ТЦ, влияющих на погодные условия Дальнего Востока.

Повторяемость (числитель – число случаев, знаменатель – %) воздействия ТЦ на погоду различных районов российского Дальнего Востока по месяцам за период 1961–2017 гг.

Район	Месяц									Всего
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Японское море		2/1,2	14/8,1	24/13,9	72/41,6	49/28,3	11/6,3	1/0,6		173/25,4
Приморский край			4/8,2	12/24,5	18/36,7	13/26,5	2/4,1			49/7,2
Хабаровский край				1/4,8	15/71,4	5/23,8				21/3,1
Сахалин			4/5,8	5/7,4	28/41,2	21/30,9	10/14,7			68/10,0
Курилы	1/0,8	3/2,5	9/7,6	12/10,1	35/29,4	37/31,2	21/17,6	1/0,8		119/17,5
Камчатка	1/1,6		1/1,6	4/6,4	19/30,7	21/33,9	13/21,0	2/3,2	1/1,6	62/9,1
Охотское море			3/3,2	9/9,5	34/35,8	34/35,8	14/14,7		1/1,0	95/13,9
Берингово море		1/1,2	6/7,2	9/10,8	28/33,8	23/27,7	14/16,9	2/2,4		83/12,2
Магаданская область				1/9,1	6/54,5	4/36,4				11/1,6
Всего воздействий на ДВ	2/0,3	6/0,9	41/6,0	77/11,3	255/7,3	207/30,4	85/12,5	6/0,9	2/0,3	681/100

На Японское море тропические циклоны выходят с мая по ноябрь, в 83,8 % их выход отмечается в июле–сентябре. Приморский край подвержен влиянию ТЦ в июне–октябре с максимумом повторяемости в августе (36,7 %). На Хабаровский край за рассматриваемый период выходило 21 ТЦ, более чем в 70 % случаев они выходили в августе (таблица).

На Сахалин за период исследований оказали влияние 68 ТЦ. Чаще всего они выходили в августе–сентябре (72,1 %). На Курильские острова возможен выход ТЦ с апреля по сентябрь с максимальной вероятностью в августе–сентябре (61,3 %). Единичные выходы ТЦ на Камчатку зарегистрированы в апреле, июне и декабре. Однако наиболее часто полуостров подвержен выходу ТЦ в августе–сентябре (64,6 %).

Максимальное число выходов (73,8 %) на Охотское море приходится также на август–сентябрь, причем с одинаковой вероятностью (по 35,8 %). В период с ноября по май (за исключением 1 случая в декабре) на Охотское море тайфуны не выходили. Берингово море наиболее подвержено воздействию ТЦ в августе (33,8 %) и сентябре (27,7 %). На Магаданскую область за рассматриваемый период оказало воздействие всего 11 тайфунов с максимумом выходов в августе и сентябре (67,8 %) [5].

Средняя продолжительность существования этих тайфунов составляет 11 дней, а максимальная – 18 дней. Минимальное давление, наблюдавшееся в тайфунах, вышедших на Дальний Восток, колеблется в широких пределах (885–980 гПа) [5].

Давление в центрах тайфунов, выходящих на Японское море и Приморский край, колеблется в пределах 960–1005 гПа. В 50 % случаев давление в центрах ТЦ – около 990–1000 гПа.

Радиусы тайфунов различны (от 100 до 900 км). Радиус штормовой зоны (расстояние от центра тайфуна до границы 6-балльного ветра) находится в пределах от 100 до 400 км. В относительно хорошо развитых тайфунах с давлением в центре ниже 995 гПа радиус штормовой зоны достигает 800–900 км [5].

Проделанная работа позволяет сделать следующие практические и научные выводы.

Воздействие тайфунов на дальневосточные моря систематически проявляется в период с июня по октябрь, изредка – в мае и ноябре. Наиболее часто выход тропических циклонов осуществляется в августе–сентябре, с января по март за период с 1961 г. по настоящее время ТЦ не выходили. Эти особенности обусловлены сезонными изменениями состояния и положения субтропического максимума, внутритропической зоны конвергенции и зоны западного переноса умеренных широт Северного полушария.

Давление в центрах тайфунов, выходящих на дальневосточные моря, колеблется в пределах 960–1005 гПа. В 50 % случаев давление в центрах ТЦ – около 990–1000 гПа.

Радиус штормовой зоны тропических циклонов в период воздействия на дальневосточные моря находится в пределах 100–400 км. В относительно хорошо развитых тайфунах с давлением в центре ниже 995 гПа радиус штормовой зоны достигает 800–900 км.

Список использованной литературы

1. Пермяков М.С. Необходимые условия развития тропического циклона // Метеорология и гидрология. 1992. № 7. С. 54–60.
2. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2001. 528 с.
3. Кружкова Т.С., Иванидзе Т.Г., Макарова М.Е. Статистические характеристики тропических циклонов в годы противоположных экстремумов их повторяемости // Метеорология и гидрология. 2001. № 12. С. 13–23.
4. Hurricane/Tropical Data: <http://www.weather.unisys.com/hurricane/>.
5. Ежемесячный гидрометеорологический бюллетень ДВНИГМИ. <http://www.ferhri.org/napravleniya-rabot/proekty/2017-07-28-00-41-16.html>.

A.V. Ponkratov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE INFLUENCE OF TROPICAL CYCLONES ON WEATHER CONDITIONS IN THE SEAS OF THE FAR EASTERN BASIN

The information on tropical cyclones of the northwestern part of the Pacific Ocean influencing the weather conditions of the seas of the Far Eastern basin is generalized. The statistics of the number of typhoon outflows to the Far East seas and adjacent territories, their depth, displacement trajectories, storm zone radii, and seasonal features are given.

Сведения об авторе: Понкратов Александр Валериевич, СВс-315, e-mail: pacific41@mail.ru

УДК 656.61.08

А.Э. Федосеенко, Ю.А. Данилова
Научный руководитель – С.В. Самсонов
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

АВАРИИ НА СУДАХ

Причинами аварийных ситуаций на воде всегда были: морская стихия, поломка техники и ошибочные действия человека.

К наиболее тяжелым последствиям при ЧС на водном транспорте можно отнести:

- взрывы опасных грузов, приводящие к гибели пассажиров и экипажей судов, работников портов и пристаней;
- пожары на грузовых, пассажирских, промысловых и особенно нефтеналивных судах, приводящие к тем же последствиям;
- разлив нефтепродуктов, образование крупных нефтяных пятен на акватории моря и побережье, уничтожение пляжей, нанесение огромного экологического ущерба окружающей среде;
- огромный материальный ущерб морскому, речному и промысловому флоту.

Организация и оказание помощи терпящим бедствие судам отличаются исключительной сложностью, затруднены розыск пораженных людей и оказание им медицинской помощи.

В результате морских катастроф ежегодно в мире погибает около 200 тыс. чел., из них 50 тыс. – непосредственно в воде после кораблекрушения, а 50 тыс. погибает на спасательных средствах в условиях, не являющихся на самом деле чрезвычайными. Остальные гибнут вместе с потерпевшими бедствие судами и кораблями.

В качестве примеров массовой гибели людей можно привести следующие ЧС на водном транспорте:

- у берегов Японии затонул японский паром «Гойя мару», погибло 1172 пассажира;
- при столкновении сухогруза «Петр Васев» с пассажирским лайнером «Адмирал Нахимов» вблизи Новороссийска погибло 423 пассажира;
- у берегов Бельгии опрокинулся и затонул британский паром «Геральд оф Фри Энтерпрайз», погибло 209 чел., пропало без вести 164, спасено 349 пассажиров;
- в Балтийском море затонул паром «Эстония», вследствие чего погибло более 1000 чел.

Кроме «чисто» морских происшествий имеют место промышленно-транспортные катастрофы с массовыми санитарными и колоссальными материальными потерями.

Так, в 1917 г. в порту Галифакс (Канада) пароход «Монблан» столкнулся с пароходом «Имо». Вследствие этого столкновения «Монблан» взорвался, так как в его трюмах было 200 т тринитротолуола, 2300 т пикриновой кислоты, 35 т бензола, 10 т порохового хлопка. В результате трагедии погибло 1963 чел., более 2000 пропало без вести, город был практически уничтожен, 25 тыс. жителей остались без крова. Это был самый мощный взрыв в истории человечества до момента создания атомной бомбы.

На рейде Бомбея в 1942 г. взорвалось английское грузовое судно «Форт-Стайкин» с 300 т тринитротолуола и 1395 т боеприпасов на борту. В результате двух возникших гигантских волн было разбито и повреждено 50 крупных судов, загорелось 12 судов, погибло 1500 и ранено более 3000 чел.; практически сметены порт и часть города.

Любая ЧС на воде характеризуется изолированностью людей, в том числе и пораженных, относительной скудостью спасательных средств и сил медицинской помощи, возможностью возникновения паники среди терпящих бедствие людей. При этом возможными видами поражений могут быть: механические травмы, термические ожоги, острые химические отравления, переохлаждения в воде, утопления. Обычно последствия катастроф оценивают по числу погибших и количеству раненых, хотя в число пострадавших входят также люди, перенесшие тяжелую психическую травму, и люди, на которых самым неблагоприятным образом сказались экстремальные условия внешней среды в ЧС (низкая или высокая температура, ветер и др.).

Большинство крупных аварий и катастроф на судах происходит под воздействием ураганов, штормов, туманов, льдов, а также по вине людей – капитанов, лоцманов и членов экипажа.

Оставление судна при аварии или кораблекрушении производится только по указанию капитана.

Он отдает такое распоряжение в следующих случаях:

- имеются явные признаки наступающей гибели судна (опасный крен, вход в воду палубы, кормы, носовой части);
- судно остается на плаву, но распространение воды по судну ведет к его затоплению, а остаточных средств для борьбы с водой экипаж не имеет;
- происходит смещение груза или обледенение судна, которое в конечном итоге приведет к его опрокидыванию (оверкиль), а экипаж не имеет средств борьбы с обледенением, со смещением груза;
- по судну распространяется пожар, а экипаж не имеет средств для его локализации и ликвидации;
- под воздействием ветра, волн или течения судно дрейфует на рифы, где оно может быть разбито или опрокинуто; при этом судно не имеет хода или лишено возможности управляться и не может противодействовать стихии.

На крупных морских и речных судах все действия, связанные с самоспасением, сводятся к возможно более быстрому выходу на шлюпочную палубу и четкому исполнению команд экипажа, организующего спасательные работы.

Действия пассажиров при объявлении шлюпочной тревоги:

- выполняйте все требования членов команды;
- наденьте как можно больше теплой одежды, возьмите документы и спасательный жилет;
- быстро пройдите на шлюпочную палубу;
- подготовьтесь к посадке в спасательное средство.

Первыми, согласно старинному морскому правилу, на коллективное средство спасения переходят дети, женщины, раненые, ослабленные люди. Им необходимо организовать страховку, для чего на спасательное средство может спуститься один взрослый мужчина.

Люди, оказавшиеся в спасательном средстве первыми, должны страховать его от повреждений: отталкиваться веслами или руками от судна, отгонять представляющие угрозу плавающие на поверхности воды предметы, а также помогать своим товарищам.

Оставление гибнущего судна может осуществляться на спасательных шлюпках и надувных плотках, эвакуацией на борт вертолета-спасателя и прыжком в воду.

Оставление судна прыжком в воду:

- осмотрите место приводнения, вдохните и задержите дыхание;
- подбородок поджать к груди, но голову сильно не наклонять;
- одной рукой зажмите рот и нос, другой – оттяните вниз спасательный жилет (одежду);
- прыгать ногами вниз, ступни прижать друг к другу, ноги слегка согнуть и напрячь;
- выныривать с открытыми глазами и быстро отплывать в сторону от гибнущего судна.

Температура воды, °С	Время до наступления (без спецодежды и снаряжения)		Способ нахождения в воде	Прогнозируемое время выживания, ч, при температуре 10 °С
	потери сознания	вероятной смерти		
10	15–30 мин	15 мин–1,5 ч	Плавание без спасательного жилета	До 1,5 ч
11–12	30–60 мин	1–2 ч	Плавание в спасательном жилете	2
13–15	2–4 ч	6–8 ч	Нахождение в неподвижной позе в спасательном жилете	Около 3
16–18	2–4 ч	6–8 ч	Нахождение в спасательном жилете (в положении сгруппировавшись)	4
19–21	3–7 ч	8–10 ч	Нахождение в воде группы в спасательных жилетах, тесно прижавшись друг к другу	4
26	12 ч	Безопасно для жизни		

При отсутствии спасательных средств, находясь в воде, подавайте сигналы свистком (если вы в жилете) или поднятием руки. Двигайтесь как можно меньше, чтобы сохранить тепло. В спасательном жилете для этого сгруппируйтесь, обхватите руками с боков грудную клетку и поднимите бедра повыше, чтобы вода меньше омывала область паха. Этот способ увеличит расчетный срок выживания в холодной воде почти на 50 %.

Сроки выживания человека в воде в зависимости от ее температуры

При нахождении на спасательном средстве примите таблетки от морской болезни. Для сбережения тепла находитесь ближе к другим пострадавшим, делайте физические упражнения.

Держите ноги по возможности сухими. Регулярно поднимайте и двигайте ими для снятия отечности. Никогда не пейте морскую воду.

Употребляйте в день не более 500–600 мл воды, разделив их на многочисленные малые дозы с приемом самой большой дозы вечером.

Питайтесь только аварийным запасом пищи. Сохраняйте дымовые шашки (сигнальные ракеты) до момента, когда появится реальная возможность того, что сигнал, поданный вами, заметят. Поручите подачу световых сигналов одному человеку.

При любом аварийном случае большое значение имеют психологический фактор, а также подготовленность людей к судовым обстоятельствам аварии, их профессионализм, опыт и знания.

Список использованной литературы

1. http://referat.bookap.info/work/85736/Avarijnost-na-morskom-transporte_
2. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/avarii-na-vodnom-transporte-vidyi-prichiny-i-poryadok-deystviy/>.
3. http://zinref.ru/razdel/03700ohrana_truda/004.htm_

A.E. Fedoseenko, Yu.A. Danilova
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

SHIP CRASHES

The causes of accidents on the water have always been: the elements of the sea, the failure of technology and erroneous human actions.

Сведения об авторах: Федосеенко Артем Эдуардович, СВс-112;
Данилова Юлия Анатольевна, СВс-112, e-mail: danilova2727@gmail.com

УДК 656.61.08

Е.Ю. Цурцев
Научный руководитель – В.В. Ганнесен, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНОСТИ СПАСАТЕЛЬНЫХ ШЛЮПОК

Рассматриваются проблемы аварийности спасательных шлюпок: судовые процедуры, во время которых произошли аварии, – а также причины, приведшие к авариям.

В мировом флоте ежегодно происходят аварийные случаи со спасательными шлюпками, многие из которых сопровождаются травмами и гибелью людей. Точные данные такой аварийности неизвестны, поскольку большинство аварий судовладельцы пытаются скрыть, чтобы не попадать под дополнительные проверки и санкции надзорных органов.

Целью данной работы является изучение факторов, влияющие на аварийность спасательных шлюпок, для предотвращения несчастных случаев путем доведения результатов исследования до лиц, причастных к эксплуатации спасательных шлюпок.

Данное исследование сделано на основе публикаций ИМО [1], связанных с расследованием аварий спасательных шлюпок, а также других открытых источников. В качестве основного источника взят доклад организации Maritime Accident Casebook «Lifeboat Safety Survey Preliminary Report: Accident Investigators» за 2011 г. [2].

Maritime Accident Casebook (MAC) существует с 2006 г., сотрудничает с ИМО, многими судоходными компаниями и производителями оборудования для судов с целью проведения исследований аварийности на флоте. В 2010 г. MAC был проведен масштабный опрос, касающийся безопасности спасательных шлюпок, на основе которого был составлен вышеуказанный доклад. Более 60 исследователей из частного и государственного секторов проводили опрос среди различных категорий людей, связанных с морем: моряков, рабочих на шельфе, судовладельцев, страховщиков и производителей спасательного оборудования.

Из 26 аварийных случаев с использованием спасательных шлюпок, исследуемых MAC, 19 аварийных случаев произошли со шлюпками, спускаемыми на лопарях, и 7 – со спасательными шлюпками, спускаемыми свободным падением. Эти аварийные случаи привели к 2 погибшим и 8 пострадавшим членам экипажей. Статистика исследования данных аварийных случаев подтверждает некоторые общие предположения: аварийные случаи на спасательных шлюпках во время учений являются доминирующими, а во время проверок шлюпок занимают второе место по частоте (рис. 1).

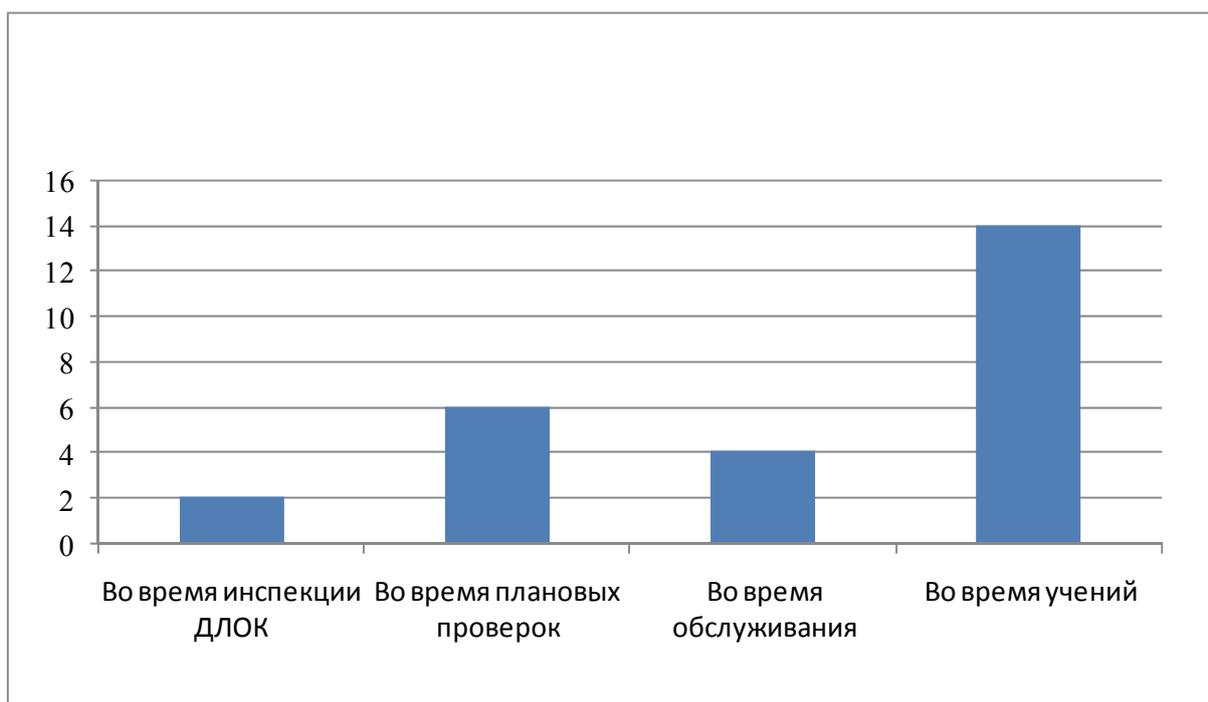


Рис. 1. Процедуры, во время которых произошли аварийные случаи

При детальном изучении причин, приведших к авариям, выявлено, что основными причинами являются ненадлежащее техническое обслуживание гаков и конструкция гаков (рис. 2). Вероятно, эти причины связаны между собой, поскольку гак плохой конструкции трудно обслуживать.

Две другие важные причины аварийных случаев: «рассоединение гаков» и «неправильная фиксация гаков», скорее всего, также являются следствием неудовлетворительного обслуживания гаков и их конструкции.

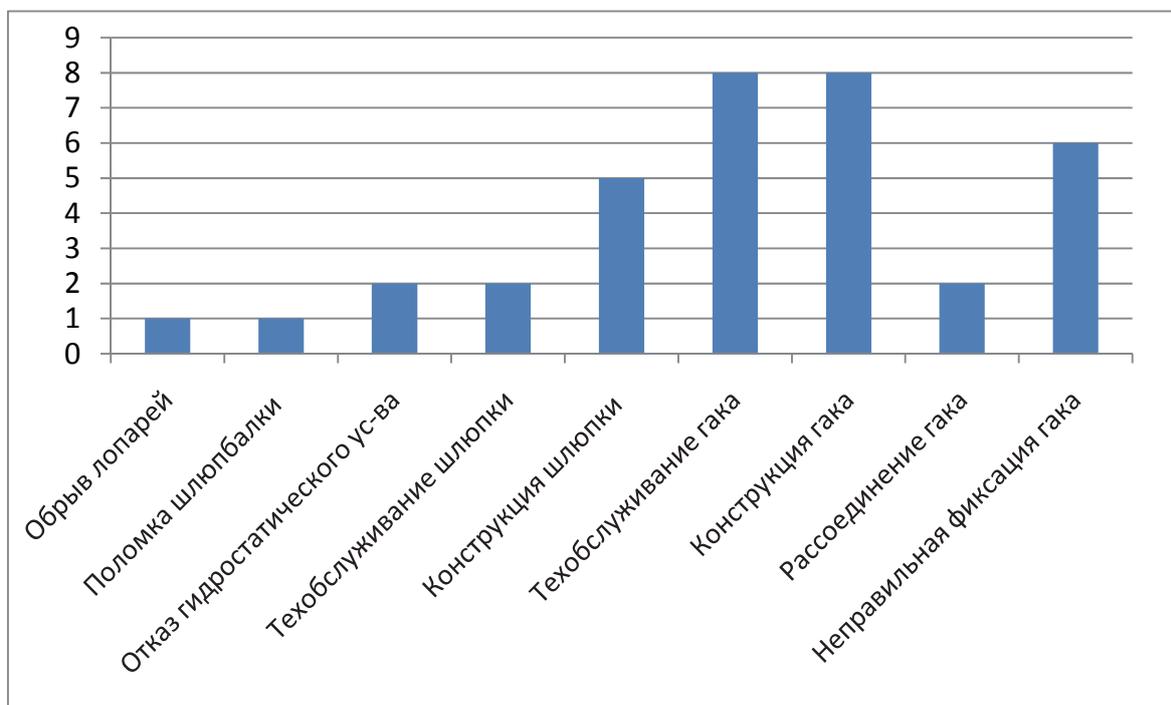


Рис. 2. Причины, приведшие к аварийным случаям

Как отмечают исследователи со ссылкой на страховые компании, количество аварийных случаев и количество людей, погибших или получивших травмы, идет на сотни. Однако официальная регистрация этих случаев отсутствует, а отсутствие соответствующих записей может быть одной из причин, почему регуляторы не могут изменить ситуацию. Как результат – низкое доверие к шлюпкам, спускаемым на лопарях.

Изучение проблем, связанных с эксплуатацией спасательных шлюпок, позволяет разрабатывать новые стандарты к конструкции как корпуса, так и отдельных узлов и механизмов шлюпок. Однако основные причины аварийных случаев связаны с человеческим фактором: недостаточная квалификация персонала при эксплуатации и недостаточная ответственность при техническом обслуживании спасательных шлюпок. По мнению опрошенных респондентов, проводимые тренировки, учения и обслуживание спасательных шлюпок не соответствуют конечной цели.

Более тщательные проверки лицами, осуществляющими контроль от имени государства, технического состояния спасательных средств и умения экипажей пользоваться спасательными средствами могли бы существенно снизить аварийность.

Список использованной литературы

1. Casualty Statistics And Investigations: Reports of the Correspondence Group on Casualty Analysis: доклад Sub-Committee on Implementation of IMO Instruments. 2004. URL: <https://webaccounts.imo.org/Common/WebLogin.aspx?App=IMODOCS&ReturnUrl=https>.
2. Lifeboat Safety Survey Preliminary Report: Accident Investigators: доклад организации Maritime Accident Casebook. 2011. URL: <http://maritimeaccident.org/wp-content/uploads/2011/01/lifeboatprelim.pdf>.

E.Y. Tsurtsev
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

LIFEBOAT ACCIDENTS RESEARCHING

This article discusses the lifeboat accidents: the ship procedures in which the accidents had being occurred and the causes of the accidents.

Сведения об авторе: Цурцев Евгений Юрьевич, СВс-512, e-mail: condor25rus@mail.ru

УДК 621.43

А.Р. Арсланов

Научный руководитель – Б.И. Руднев, доктор техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОРШНЯ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ. ТЕПЛОТДАЧА ПРИ ЦИРКУЛЯЦИОННОМ МАСЛЯНОМ ОХЛАЖДЕНИИ ПОРШНЕЙ

Особенность охлаждения такого типа заключается в хорошо организованном движении масла. Малые сечения каналов способствуют увеличению скорости движения масла и поверхности, омываемой маслом.

Исследование теплоотдачи при циркуляционном масляном охлаждении проводилось на поршнях, у которых движение охлаждающего масла осуществляется по каналам с переменной кривизной. Поршни такой конструкции применяются, например, на тепловозных и судовых дизелях типа Д100, на дизелях фирм «Майбах», «Алко», «Болдвин» и др.

Особенность охлаждения такого типа заключается в хорошо организованном движении масла. Малые сечения каналов способствуют увеличению скорости движения масла и увеличению поверхности, омываемой маслом. Кроме того, при движении масла по криволинейным каналам возникает центробежный эффект, вызывающий турбулизацию потока даже при числах $Re < Re_{кр}$.

Исследование проводилось на поршнях различных конструктивных вариантов дизеля Д100. В днище поршней были вмонтированы по 18-24 термопары, показания которых позволили построить температурные поля в двух сечениях и определить температуру на поверхности, омываемой маслом. С помощью телескопического устройства во время работы дизеля измерялся расход масла, проходившего через поршень, и его температура. Таким образом, определялись значения удельного теплового потока, проходящего через днище поршня в различных точках, и общего количества теплоты, отводимой от поршня охлаждающим маслом.

Изучение теплоотдачи в рассматриваемом случае представляет особый интерес еще и потому, что, как было установлено при испытаниях, начиная с определенной величины рост расхода масла через поршень не сопровождался увеличением количества отводимой теплоты. Имело место даже некоторое уменьшение количества теплоты, отводимой от стенки доньшка в масло, и небольшое повышение температуры стенки.

В результате опытов были получены зависимости количества теплоты, отводимой маслом от поршня, средней температуры масла, охлаждающего доньшко поршня, температуры поверхности доньшка, омываемой маслом, от количества прокачиваемого через поршень масла. Эти данные позволили определить зависимость коэффициента теплоотдачи от средней скорости движения масла в каналах при разных температурах масла на входе в двигатель (рис. 1.).

Как видно из графиков, при средних скоростях движения масла 1,9-2 м/с количество теплоты, отводимой маслом, достигает максимума и затем с дальнейшим ростом скорости снижается. Такой же характер имеет и зависимость средней температуры поверхно-

сти доньшка, омываемой маслом. В соответствии с этим коэффициент теплоотдачи также вначале возрастает с увеличением скорости движения масла, а затем, начиная со скорости 1,9-2 м/с, уменьшается.

Такая зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости движения охлаждающей жидкости оказалась несколько неожиданной, в связи с чем был исследован ряд факторов, оказывающих влияние на интенсивность теплоотдачи. Одним из таких факторов является вязкость масла, увеличение которой снижает коэффициент теплоотдачи. Действительно, с увеличением скорости охлаждающего масла (при постоянных граничных условиях на поверхности доньшка со стороны рабочего газа) температура его на выходе будет уменьшаться, следовательно, и средняя температура охлаждающего масла также будет уменьшаться, вызывая повышение вязкости. Но как следует из графиков, приведенных на рис. 1, разница в средней температуре масла для значений $w_{ср}$, равных 2 и 2,9 м/с, когда $\alpha_{н}$ заметно уменьшается, составляет 2-3 °С. Это приводит к снижению вязкости, например, масла Д11 на 10-12 %. Если учесть, что обычно коэффициент теплоотдачи зависит от вязкости в степени 0,2-0,5, то вряд ли можно считать снижение вязкости главной причиной уменьшения теплоотвода от днища поршня в масло.

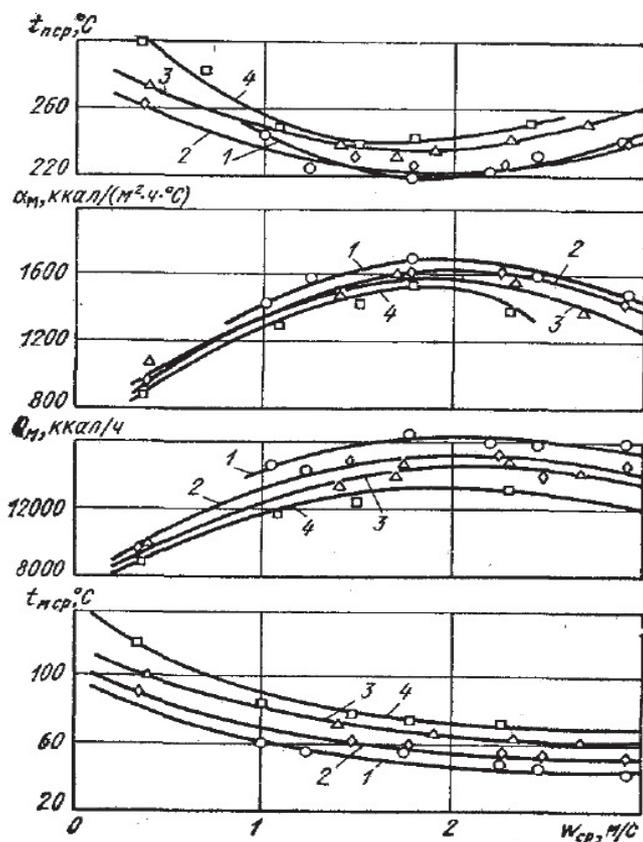


Рис. 1. Зависимость параметров теплоотдачи доньшка поршня к охлаждающему маслу от средней скорости движения масла: 1 – температура масла на входе в поршень 30 °С; 2 – то же, 40 °С; 3 – то же, 60 °С

Другим фактором является воздействие сил инерций на поток масла в доньшке поршня. Если предположить, что даже в каналах с малой высотой стенки имеет место взбалтывание масла, то при полном заполнении каналов этот эффект может исчезнуть, и теплоотдача в масло уменьшится. С целью исключения возможного влияния взбалтывающего эффекта на теплоотдачу были проведены испытания в статических условиях. Поршень, снаряженный термопарами, погружался в соляную ванну, нагретую до 900 °С. Через поршень прокачивалось масло, расход и температура которого (на входе и выходе) измерялись. Таким образом, были получены зависимости температуры поршня, количества теплоты, от-

водимой маслом от поршня, в зависимости от скорости масла, которые изменяются аналогично изменению этих параметров на работающем дизеле (рис. 2). Максимальное значение количества теплоты, отводимой маслом, достигается при скорости $\omega_{\text{ср}} \approx 4,2$ м/с.

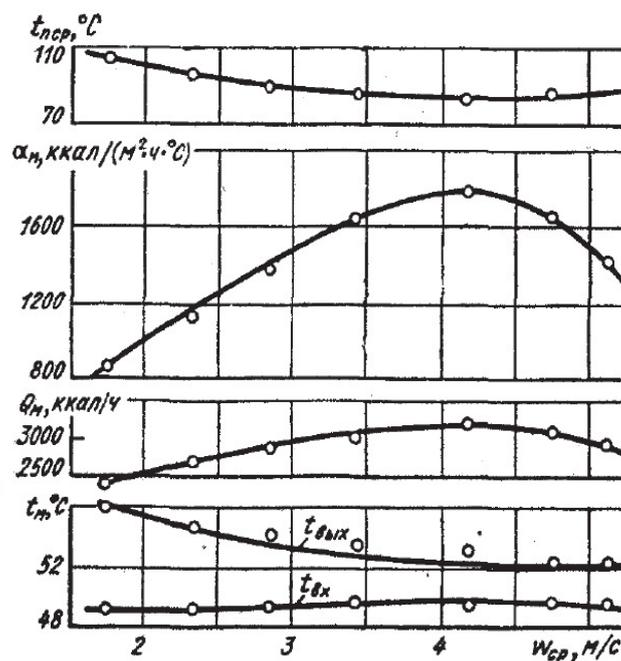


Рис. 2. Зависимость параметров теплоотдачи от доньшка поршня к охлаждающему маслу от средней скорости движения масла (опыты при нагреве поршня в статических условиях)

Этому соответствует и минимальная температура поверхности днища поршня. При сравнении результатов испытаний на работающем дизеле и в статических условиях следует учитывать, что подача масла в поршень на работающем дизеле носит пульсирующий характер. Столб масла, находящийся в осевом канале шатуна, во время работы двигателя подвержен действию сил инерции, которые на определенном угле поворота коленчатого вала способствуют, и, наоборот, в другом положении препятствуют, продвижению масла к поршню. Вследствие действия давления от сил инерции масло подается в поршень при повороте коленчатого вала примерно на 170° . Если максимальное значение количества теплоты, отводимой маслом, достигается при средней скорости движения масла, подсчитанной по часовому расходу при $\omega_{\text{ср}} = 1,9 \div 2$ м/с, то истинная скорость (учитывая пульсирующий характер движения масла) составит примерно 3,8-4 м/с, что практически соответствует значению $\omega_{\text{ср}} = 4,2$ м/с, полученному при статических испытаниях.

Таким образом, было установлено, что в обоих случаях при практически одном и том же значении скорости движения масла отвод тепла в масло достигает своего максимального значения, и, следовательно, такой характер протекания теплоотвода в масло не является следствием специфических условий масляного охлаждения на работающем дизеле.

Дальнейшее исследование было проведено на прозрачной модели днища поршня, изготовленной из органического стекла. Модель была выполнена в масштабе 1:1. В каналах на трех радиусах были установлены перемычки с прикрепленными к ним шелковыми нитками. Через модель днища поршня прокачивалось масло, расход которого можно было изменять в широких пределах. Вязкость масла составляла 20-25 сСт, что примерно соответствует рабочим условиям.

Наблюдением было установлено, что по мере увеличения расхода масла нитки прижимаются к внутренней стенке криволинейного канала. При больших расходах, когда окружная скорость масла доходила до 3-4 м/с, наблюдалось выделение пузырьков воздуха у внутренней стенки.

Указанное явление объясняется известными положениями гидромеханики о движении жидкости по криволинейным каналам, когда под влиянием центробежных сил происходит изменение распределения давления таким образом, что у внутренней стенки происходит падение давления, а у наружной – увеличение. При этом у наружной стенки имеет место также и наибольшая скорость.

Список использованной литературы

1. Розенблит Г.Б. Теплопередача в дизелях. М.: Машиностроение, 1977.
2. Семёнов В.С. Теплонапряженность и долговечность цилиндропоршневой группы судовых дизелей. М.: Транспорт, 1977. 182 с.
3. Теплотехника. Техническая термодинамика и теплопередача / М.К. Овсянников, Е.Г. Орлова, И.И. Костылев. СПб.: Нестор-История, 2013.

A.R. Arslanov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

INFLUENCE OF THE LOAD ON THE TEMPERATURE OF THE PISTON OF THE MARINE DIESEL. HEAT TRANSFER IN THE CASE OF CIRCULATING OIL COOLING OF PISTONS

A feature of this type of cooling is the well-organized movement of the oil. Small cross-sections of the channels contribute to an increase in the speed of movement of the oil and increase in the surface washed by oil.

Сведение об авторе: Арсланов Артём Рустамович, СМс-312, e-mail: tema_140a@mail.ru

УДК 621.6.05

В.В. Караленя
Научный руководитель – С.В. Куличков, канд. техн. наук, доцент
ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТОПЛИВНЫХ СМЕСЕЙ ПОД СОВМЕСТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАЦИЯХ

Рассмотрены проблемы эксплуатации судовых энергетических установок, использующих мазут в качестве топлива. Предложено устройство лабораторной установки, способной получать многокомпонентные смеси путем воздействия на нее гидродинамического, механического и ультразвукового полей в различных вариантах обработки.

В последние годы определилась устойчивая тенденция ухудшения качества мазута, связанная с ростом использования остаточных продуктов крекинг-процессов. При этом значительно увеличилась доля тяжелых фракций в составе топлив, что вызывает ряд эксплуатационных проблем и при топливоподготовке и в процессе хранения топлива. Эти осложнения проявляются в образовании отложений в топливных танках и фильтрах, в топливоподогревателях и сепараторах, а также приводят к повышению отказов топливной аппаратуры [1]. Также есть еще одна проблема применения мазутов, связанная с ростом цен [2].

Проблемы эксплуатации судовые кампании решают путем перемешивания мазута с другими, более легкими, топливами, так как они способны снизить вязкость мазута и вероятность отложения осадков. Однако процесс перемешивания имеет и свои недостатки:

- вероятность получения неоднородной смеси, что повлияет на качество сгорания топлива (в судовых котельных установках применение неоднородной смеси может привести к срыву факела горелки);

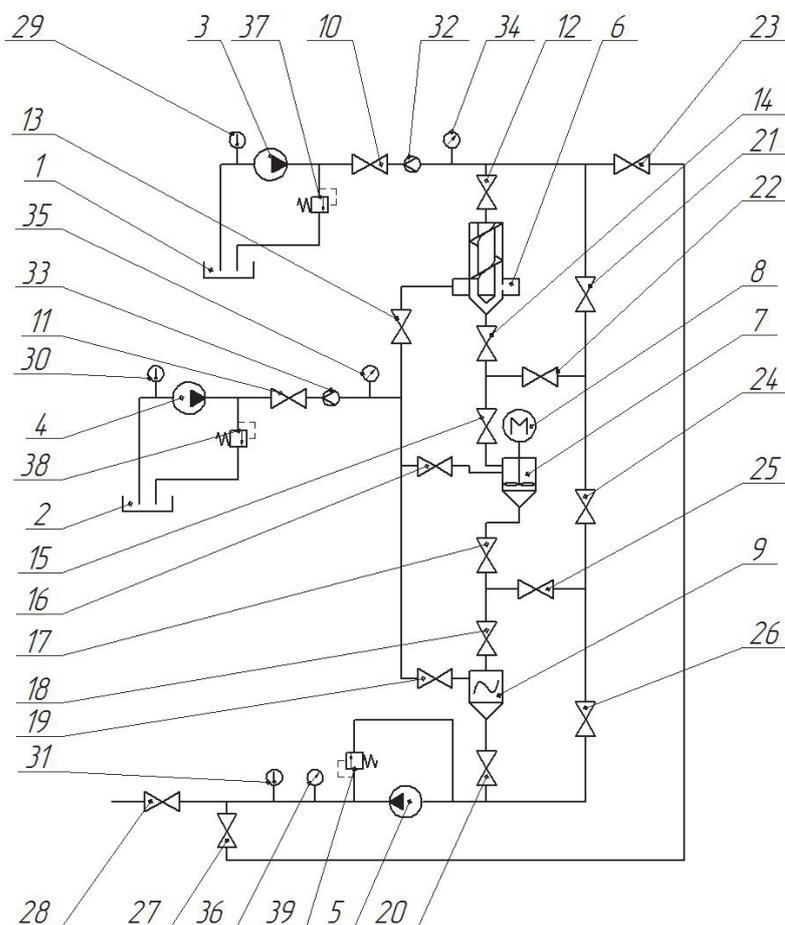
- стабильность такого топлива, как правило, сохраняется ненадолго (в период хранения в бункерах зачастую топливные смеси подвергаются расслоению, из-за чего возникает необходимость его дополнительного перемешивания перед применением);

Поэтому возникла потребность в создании установки по смешению топлив, которая сможет обрабатывать смесь несколькими способами, позволит получать образцы для дальнейших исследований и регулировать физико-химические параметры в необходимых для нас условиях. К примеру, при необходимости мы можем смешивать топливные компоненты, не включая в процесс обработки некоторые воздействующие агрегаты установки, и подавать уже готовую смесь непосредственно в камеру сгорания. Если компоненты для смешивания имеют невысокие качественные показатели или необходимо повысить стабильность полученного продукта перед его закачкой в бункер на хранение, то можно обрабатывать смесь различными полями, что приведет ее к более тонкому диспергированию и гомогенизации.

На базе лаборатории кафедры нефтегазового дела и нефтехимии при ДВФУ была разработана схема лабораторной установки по смешению топлив, способная воздействовать на процесс перемешивания различными вариантами.

На рисунке представлена схема лабораторной установки смешения топлив, которая может воздействовать на процесс смешения различными полями, а именно: гидравлическим, механическим и ультразвуковым. Благодаря множеству переходных клапанов, которые перекрываются, данная установка способна работать в различных вариантах, исключая одно или несколько воздействующих устройств. Это позволит получать топливные смеси для дальнейших исследований, отличающиеся по способам обработки. Например, можно отключить гидравлическую и ультразвуковую мешалку и провести смешивание топливных компонентов, в другом случае можно полностью обработать смесь и пустить ее на еще один круг по циркуляционной части трубопровода, после чего провести сравнительный анализ.

Схема лабораторной установки смешения топлив:
 1, 2 – баки-термостаты;
 3, 4, 5 – насосы;
 6 – гидравлическая мешалка;
 7 – лопастная мешалка;
 8 – электродвигатель для лопастной мешалки;
 9 – ультразвуковая мешалка;
 10-28 – переходные клапаны;
 29, 30, 31 – датчики температуры;
 32, 33 – датчики расхода;
 34, 35, 36 – датчики давления;
 37, 38, 39 – предохранительные клапаны



Полный принцип работы лабораторной установки (с циркуляцией смеси в системе) происходит следующим образом: В баки-термостаты (1, 2) заливают компоненты, которые необходимо смешать, и нагревают до заданной температуры. Температуру контролируют термометрами, установленными на баках-термостатах. По достижению компонентами необходимой температуры открывают переходные клапаны (10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 27), через которые посредством насосов (3, 4, 5) по трубопроводу исходные компоненты подаются сначала к гидравлической мешалке (6). При прохождении через нее образуется смесь компонентов. Затем эта смесь проходит через лопастную мешалку (7), приводимую в действие электродвигателем (8), где подвергается механическому воздействию. После этого смесь поступает в ультразвуковую мешалку (9), где происходит смешение путем воздействия ультразвукового поля. Далее смесь идет на повторную обработку. Когда сработает предохранительный клапан (39), необходимо перекрыть одновременно клапаны (10, 13), затем открыть переходный клапан (23). После необходимой обработки закрывается клапан (27), и открывается клапан (28). Смесь идет на слив. Датчики температуры (29, 30, 31), расхода (32, 33) и давления (34, 35, 36) отображают процесс, протекающий в системе. Предохранительные клапаны (37, 38, 39) защищают систему от избыточного давления.

Преимущества данной установки в том, что она компактна, проста, высококомобильна, может работать в 14 вариантах и применяться непосредственно в процессе топливоподготовки перед подачей топлива в энергетические установки.

Благодаря множеству способов обработки, воздействующих на процесс смешения, можно выявить оптимальный вариант, который позволит подготовить наиболее эффективную смесь, имеющую наиболее высокие стабильность и степень гомогенизации, меньшую вязкость и качественное горение в энергетических установках с меньшими выбросами. При получении стабильной и гомогенной смеси в разы уменьшается риск образования отложений, что облегчит эксплуатацию топливной аппаратуры. Также подобрав наиболее эффективный вариант обработки топлива, можно снизить затраты по их потреблению.

Список использованной литературы

1. Демидова Н.П., Марченко А.А., Онищенко О.А. Оценка совместимости судовых тяжелых топлив // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2016. № 35. С. 15-20.
2. Бескаравайных М.В. Российская нефтеперерабатывающая промышленность в современных условиях// Экономические и гуманитарные науки. 2015. № 8. С. 91-110.

V.V. Karalenia
FEFU, Vladivostok, Russia

LABORATORY MACHINE FOR OBTAINING MULTICOMPONENT FUEL MIXTURES WITH THE COMBINED EFFECT OF SEVERAL PHYSICAL FIELDS IN DIFFERENTLY VARIATIONS

This article discusses the problems of using ship power plants using fuel oil as fuel. A device a laboratory machine capable of producing multicomponent mixtures is proposed, by exposing it to hydrodynamic, mechanical and ultrasonic fields in differently processing options.

Сведения об авторе: Караленя Владимир Валерьевич, M3202, e-mail: karalenya.vladimir@ya.ru

Т.Ю. Перельгин
 Научный руководитель – Б.И. Руднев, доктор техн. наук, профессор
 ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ТЕПЛОТДАЧА ОТ СТЕНОК ГИЛЬЗЫ И КРЫШКИ ЦИЛИНДРА К ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЕ

Теплоотдача от стенок гильзы и крышки цилиндра к охлаждающей воде характеризуется сложным теплообменом в охлаждающей полости: наличием локальных зон пристенного слоя, где изменяется агрегатное состояние охлаждающей воды при ее вынужденном движении и вибрации теплоотдающей поверхности.

При определении коэффициента теплоотдачи от стенки гильзы к воде обычно пользуются эмпирической зависимостью

$$\alpha_B = 300 + 1800\sqrt{\omega_B}, \quad (1)$$

где ω_B – скорость движения воды.

Однако опытные значения коэффициента теплоотдачи, полученные при натурных испытаниях различных современных дизелей, значительно превосходят расчетные, полученные по формуле (1).

С целью изучения теплоотдачи от стенки гильзы цилиндра охлаждающей воде были проведены экспериментальные исследования на дизелях различных типов (10ДН $\frac{20,7}{2 \times 25,4}$, 6ЧН $\frac{31,8}{33}$, 16ЧН $\frac{25}{27}$, 4ЧН $\frac{12}{14}$).

Испытания дизелей различных типов позволили выяснить влияние различных эксплуатационных и конструктивных факторов на интенсивность теплоотдачи к охлаждающей воде.

На рис. 1 приведены графики изменения коэффициента теплоотдачи от стенки гильзы цилиндра к воде и дизелю 10Д100. Из приведенных графиков видно, что наблюдается определенная зависимость коэффициента теплоотдачи вращения коленчатого вала при постоянном расходе воды. Кроме того, было установлено, что при постоянной частоте вращения коленчатого вала коэффициент теплоотдачи практически не зависит от нагрузки. Аналогичные данные получены и по другим дизелям. Анализ опытных данных по теплопередачи стенок гильзы цилиндра к охлаждающей воде показывает следующее.

1. Опытные значения коэффициента теплоотдачи значительно превосходят обычно получаемые расчетом по уравнению (1). Если пользоваться более совершенной критериальной зависимостью, приведенной в работе М. А. Михеева, чем формула (1), то и в этом случае опытные значения локальных коэффициентов теплоотдачи в 3-4 раза превосходят расчетные. Это, в первую очередь, относится к участкам гильзы цилиндра в зоне действия перекладки поршня в в.м.т.

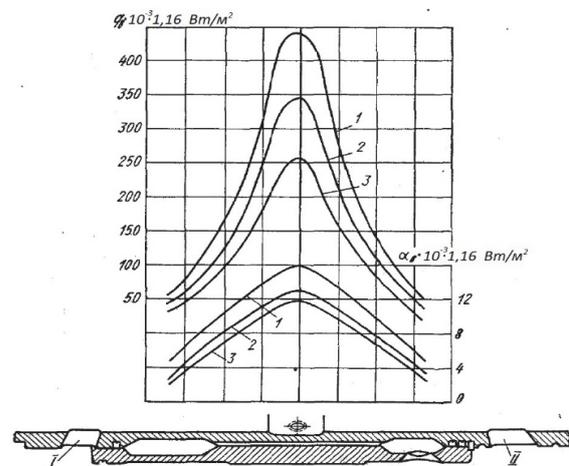


Рис. 1. Изменение коэффициента теплоотдачи от стенки гильзы цилиндра дизеля 10Д100 к воде при постоянном расходе воды на режиме тепловозной характеристики: I – впускные окна; II – выпускные окна; 1 - n=850 об/мин; 2 - n=660 об/мин; 3 - n=850 об/мин

$$Nu = 0,21 Re_f^{0,8} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \quad (2)$$

2. Имеет место вполне четко выраженная зависимость коэффициента теплоотдачи от числа рабочих циклов в единицу времени при неизменном расходе охлаждающей воды $\frac{2n}{i}$, где n – частота вращения коленчатого вала; i – тактность. В то же время при работе по нагрузочной характеристике коэффициент теплоотдачи очень мало изменяется.

3. Наибольшие значения коэффициентов теплоотдачи соответствуют зоне перекадки поршня в в.м.т., где удельный тепловой поток и температура стенок имеют наибольшие значения.

4. При неизменном скоростном режиме работы дизеля коэффициент теплоотдачи пропорционален скорости движения потока воды $\alpha_B \sim \omega^{0.4}$. В то же время из многочисленных литературных источников известно, что при вынужденном движении жидкости этот показатель степени имеет более высокие значения – 0,7-0,8. Вероятно, в нашем случае более низкий показатель степени объясняется интенсификацией теплоотдачи за счет других факторов.

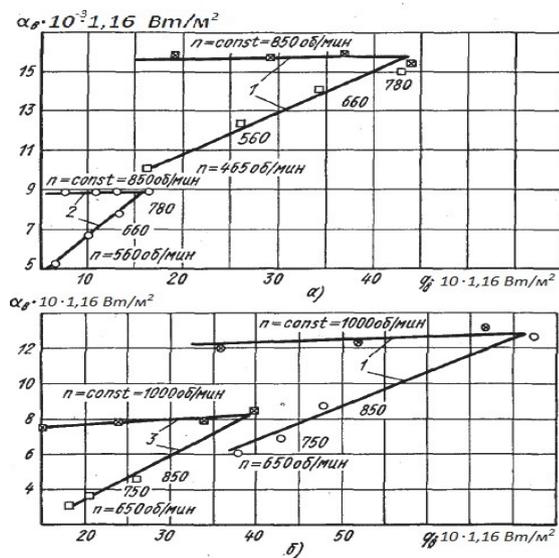


Рис. 2. Изменение коэффициента теплоотдачи от стенки гильзы цилиндра к воде в зависимости от удельной тепловой потери при работе дизелей по нагрузочной и генераторной характеристикам: а – дизели

10ДН $\frac{20,7}{2 \times 25,4}$ (10Д100); б – дизели

10СН $\frac{25}{27}$ (Д70); 1 – в зоне перекадки

поршня в в.м.т.; 2 – на расстоянии 0,35 (хода поршня) от плоскости расположения форсунок; 3 – на расстоянии 0,45 от верхнего торца гильзы цилиндра

первоначальное положение. Скорость деформации стенки примерно в 4 раза выше, чем скорость распространения волны давления в воде, поэтому происходит отрыв воды от вибрирующей поверхности. В пристеночном слое образуется зона пониженного давления. Давление воды уменьшается на величину

$$\Delta P = \rho_B c_B \omega_{внб} \quad (3)$$

где $\omega_{внб}$ – амплитудная скорость вибрации в стенке; c_B – скорость звука в воде; ρ_B – плотность воды.

Несмотря на отсутствие условий для возникновения обычного пузырькового кипения в полостях охлаждения в исследуемых дизелях, следует указать на возможность появления периодического пузырькового кипения в пристеночном слое. Оно может быть вызвано вибрацией стенки гильзы цилиндра вследствие динамических процессов, протекающих в рабочем цилиндре дизеля. На это указывают опытные данные, приведенные на рис. 2, а, б, так как известно, что вибрация в значительной степени зависит от частоты вращения коленчатого вала.

Механизм интенсификации теплоотдачи от стенки гильзы цилиндра к охлаждающей воде можно представить следующим образом.

В момент перекадки поршня происходит удар о стенку гильзы цилиндра, которая, перемещаясь в сторону рубашки охлаждения, вызывает перемещение потока воды со скоростью колебательного движения, вызванного вибрационным полем гильзы цилиндра.

Осциллографирование давления воды в полости охлаждения пространства, произведенное с помощью мембранного датчика, установленного в непосредственной близости от поверхности гильзы, омываемой водой, показывает, что в момент времени, соответствующий в.м.т., давление повышается.

В последующий момент времени под действием сил упругости стенка возвращается в первоначальное положение. Скорость деформации стенки примерно в 4 раза выше, чем скорость распространения волны давления в воде, поэтому происходит отрыв воды от вибрирующей поверхности. В пристеночном слое образуется зона пониженного давления. Давление воды уменьшается на величину

Понижение давления в пристеночном слое способствует освобождению растворенных в воде газов и пара, которые образуют парогазовые пузырьки. Если давление в данной точке среды падает до критического давления насыщенного пара, то это вызывает образование паровых пузырьков.

Во время следующего цикла, когда давление воды повышается, создаются условия, при которых происходит разрушение парогазовых пузырьков. Но пузырьки пара, попадая в поток движущейся воды, недогретой до температуры насыщения, конденсируются. Таким образом, во время той части цикла, когда давление понижается, периодически возникает пузырьковое кипение. Это приводит к резкой интенсификации теплоотдачи.

Зависимость амплитудной скорости вибрации стенки от этого параметра для дизелей, имеющих отношение диаметра к толщине стенки 14—17, удовлетворительно аппроксимируется эмпирическим уравнением

$$\omega_{\text{виб}} = 8,34 \cdot 10^{-13} \left(\frac{2n}{i}\right)^3 + 7,25 \cdot 10^{-6} \left(\frac{2n}{i}\right)^2 - 1,385 \cdot 10^{-3} \frac{2n}{i} + 54 \cdot 10^{-2}, \quad (4)$$

При указанных выше условиях коэффициент теплоотдачи от стенок гильзы цилиндра к охлаждающей воде является функцией следующих определяющих параметров:

$$\alpha_B = f(\omega_B, \omega_{\text{виб}}, t_B, t_{CT}, d_{\text{вк}}, \lambda_B), \quad (5)$$

где d – характерный геометрический размер; λ – коэффициент теплопроводности охлаждающей воды.

В связи с тем, что сложный процесс теплоотдачи в охлаждающую воду описывается системой дифференциальных уравнений, не имеющей последовательного чисто аналитического решения, наиболее рациональным является, как это обычно принято, применение методов теории подобия.

В соответствии с уже проведенным анализом можно на основании общих положений теории подобия представить критериальное уравнение в следующем виде:

$$Nu = f\left(Re, Pr, \frac{\omega_{\text{виб}}}{\omega_{\text{п}}}\right), \quad (6)$$

где $Re = \frac{\omega_{\text{п}} d_{\text{вк}}}{\nu}$; в качестве определяющей скорости принята скорость потока, а характерного геометрического размера $d_{\text{вк}} = D_2 - D_1$ где D_2 – внутренний диаметр рубашки охлаждения (или блока); D_1 – наружный диаметр гильзы цилиндра; $Pr = \frac{\nu}{\alpha}$; $\frac{\omega_{\text{виб}}}{\omega_{\text{п}}}$ – симплекс, представляющий собой отношение скорости вибрации стенки к скорости потока охлаждающей воды.

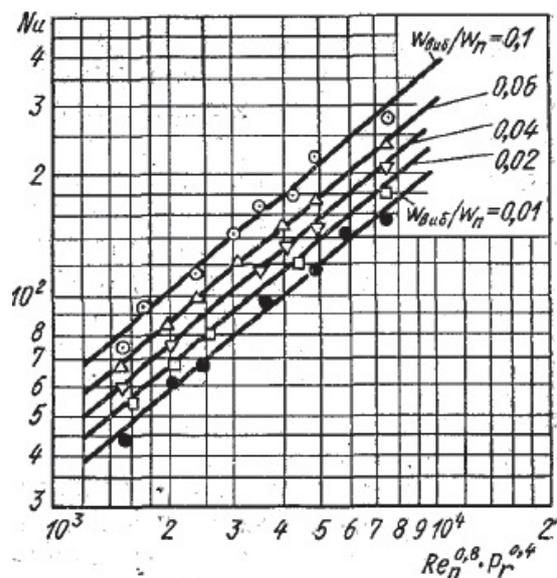


Рис. 3. Опытная критериальная Nu зависимость, полученная на основе обработки опытных данных при испытании дизелей 10Д100, Д70, у которых полость охлаждения образуется напрессованной на гильзу рубашкой

Вид указанной функциональной зависимости определяется на основе обработки экспериментальных данных в критериях подобия. На рис. 3 представлены результаты обработки опытов. Как следует из графиков, опытные точки аппроксимируются критериальным уравнением

$$Nu = 0,395 Re_{\pi}^{0,64} Pr^{0,32} \left(\frac{\omega_{\text{вн}}}{\omega_{\pi}} \right)^{0,23} \quad (7)$$

После подстановки значения критериев и учитывая, что произведение $\lambda^{0,68} c^{0,32} \rho^{0,32}$ для охлаждающей воды меняется незначительно, уравнение (5) примет вид

$$\alpha_B = 33,8 \frac{\omega_{\pi}^{0,41} \omega_{\text{вн}}^{0,23}}{\rho^{0,32} d_{\text{ЭК}}^{0,26}} \quad (8)$$

Уравнение (8) можно рекомендовать при расчете коэффициента теплоотдачи в охлаждающую воду для гильз цилиндров, полость охлаждения которых образуется напрессованной на гильзу рубашкой. Для гильз цилиндров, полость водяного охлаждения которых образуется при запрессовке их в блок дизеля; коэффициент теплоотдачи также может быть рассчитан по уравнению (8), но с постоянным коэффициентом, равным 61,5 вместо 33,8.

При применении высокотемпературного охлаждения, высокой степени форсирования рабочего процесса могут быть созданы условия, при которых возникает и существует кипение в шестерённом пограничном слое потока охлаждающей воды. В большинстве случаев при этом поток охлаждающей воды недогрет до температуры насыщения, а температура теплоотдающих поверхностей гильз и крышек цилиндров превышает температур у насыщения при данном давлении. Теплоотдача в охлаждающую воду при таких условиях обусловлена конвективным переносом тепла, интенсивным молярным переносом массы охлаждающей воды и тепла непосредственно паровыми пузырьками из пристенного слоя в более холодную основную массу потока.

Результаты экспериментального исследования показывают, что в режиме теплоотдачи при поверхностном заторможенном кипении значения коэффициента теплоотдачи от стенки гильзы цилиндра в охлаждающую воду достигают величины порядка 11600 Вт/м². В этой работе подтверждена ранее полученная В.И. Толубинским, С.С. Кутателадзе, И.Т. Оладьевым и др. зависимость, $\alpha_B \sim q^{0,7}$ и предложена критериальная зависимость, которая с точностью $\pm 9\%$ аппроксимирует опытные данные

$$Nu = 0,03 Pe^{\sim 0,7} \left[1 + 0,83 K_1^{0,85} \left(\frac{d_1}{d_{\text{ЭК}}} \right)^{-0,35} Pr^{0,3} \left(\frac{p_B}{p_{\text{бар}}} \right)^{0,5} \right], \quad (9)$$

где $Pe^{\sim} = \frac{q l}{r p a}$ – критерий Пекле для процесса кипения; $K_1 = \frac{r}{c_p (t_s - t_{\text{ст}})}$ – критерий фазового превращения; d_1 – наружный диаметр кольцевого канала; $d_{\text{ЭК}} = d_1 - d_2$ – эквивалентный диаметр кольцевой щели; d_2 – внутренний диаметр кольцевого канала; p_B – давление воды в системе охлаждения; $p_{\text{бар}}$ – барометрическое давление.

В двухтактном дизеле с поперечно-контурной продувкой $4Д\frac{19}{30}$ коэффициент теплоотдачи от крышки цилиндра к охлаждающей воде составляет примерно $\alpha_B = 2700$ Вт/м² С уменьшением частоты вращения от 550 до 400 об/мин α_B понижается от 2700 до 1975 Вт/м², а при работе по нагрузочной характеристике α_B практически не меняется. Температура поверхности, омываемой водой, в среднем составляет примерно 120 °С, воды – 65 °С. Так как давление воды составляет 3 кгс/см², указанная температура меньше температуры насыщения. Таким образом, в данном случае нет условий для появления обычного пузырькового кипения, и теплоотдача, в основном, определяется скоростью движения воды, а также виб-

рацией крышки. Этим можно объяснить снижение a_b при понижении частоты вращения коленчатого вала, так как производительность водяного насоса пропорциональна частоте вращения коленчатого вала, а вибрация – квадрату угловой скорости.

Исследование теплоотдачи в охлаждающую воду было также проведено на крышках цилиндра различных конструктивных вариантов дизеля типа Д70.

Крышка цилиндра с вставным стальным стаканом под форсунку и специальным проходом воды в сечении между клапанами (вдоль оси коленчатого вала) характеризуется более организованным потоком воды на наиболее нагретых участках днища и меньшей жесткостью по сравнению с цельнолитой крышкой.

В такой крышке при температуре воды 65-70 °С, давлении воды 3,5 кгс/см² температура теплоотдающей поверхности не превышает 120-130 °С.

Коэффициент теплоотдачи на периферии днища составляет 3487-4650 Вт/м², а в средней части крышки, где скорость протекания воды наибольшая, $a_b = 7000 + 9300$ Вт/м². Это может быть объяснено возникновением периодического пузырькового кипения в пристенном слое вследствие вибрации крышки при указанной выше температуре теплоотдающей поверхности.

В крышке цилиндра серийного дизеля Д70 интенсивность теплоотдачи несколько уменьшилась и составляет в средней части днища ~ 3487 Вт/м², а на периферии – 2325 Вт/м².

В крышке цилиндра четырехтактного дизеля 6ЧН-25 на режиме номинальной мощности ($p_e = 8,1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$; $n = 500$ об/мин) коэффициент теплоотдачи составляет 1743-2900 Вт/м². Следует отметить, что при работе на генераторной характеристике коэффициент теплоотдачи существенно изменяется; в этом случае оказывают влияние расход воды через крышку цилиндра и ее вибрация.

Для расчета коэффициента теплоотдачи в воду в первом приближении можно воспользоваться критериальным уравнением (2). Если при дальнейшем расчете будет получена температура теплоотдающей поверхности, превышающая температуру насыщения охлаждающей воды при данном давлении воды, то следует произвести расчет по критериальному уравнению (9).

Список использованной литературы

1. Розенблит Г.Б. Теплопередача в дизелях. М.: Машиностроение, 1977. 216 с.
2. Семёнов В.С. Теплонапряженность и долговечность цилиндропоршневой группы судовых дизелей. М.: Транспорт, 1977. 162 с.
3. Теплотехника. Техническая термодинамика и теплопередача / М.К. Овсянников, Е.Г. Орлова, И.И. Костылев. СПб.: Нестор-История, 2013, 292 с.

T.Y. Perelygin
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

HEAT TRANSFER FROM THE WALLS OF THE LINER AND THE CYLINDER COVER TO THE COOLING WATER

The heat transfer from the walls of the liner and the cylinder cover to the cooling water is characterized by a complex heat exchange mass in the cooling cavity: the presence of local zones of the wall layer, where the aggregate state of the cooling water changes when it is forced to move and vibrates the heat-dissipating surface.

Сведения об авторе: Перельгин Тихон Юрьевич, СМс-312, e-mail: pro100tikhon@gmail.com

Секция 3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

УДК 681.2+639.2.001

М.Ю. Барыльский

Научный руководитель – В.Я. Молочков, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ МОРСКОЙ ВОДЫ ДЛЯ ПОИСКА САЙРЫ

Рассматриваются особенности схемотехники и конструкции цифрового дистанционного измерителя температуры для поиска скоплений сайры.

Назначение дистанционного измерителя температуры. Данная разработка измерителя представляет собой судовой цифровой измеритель температуры, предназначенный как для морских промысловых, так и исследовательских судов и для промышленного использования измерения температуры в агрессивных средах. В частности, один из вариантов его изготовления предназначен для непрерывного дистанционного измерения температуры морской заборной воды стационарным датчиком температуры, расположенным на корпусе судна, без остановки судна на проведение измерений.

Датчик температуры облегчает поиск скоплений сайры в приповерхностном слое морской воды непрерывным контролем температуры. Известно, что сайра концентрируется и поднимается в приповерхностные слои воды при температуре морской воды в пределах 11 °С. Обнаружение этих участков воды существенно облегчается при наличии измерителя температуры, позволяющего производить непрерывный замер температуры воды без остановок судна.

Представление информации о температуре производится в цифровом виде на трехрядном светодиодном индикаторе с индикацией знака температуры в четвертом разряде.

Измеритель выполнен в судовом исполнении и имеет герметичный корпус датчика и брызгозащищенный корпус электронного блока, которые соединяются между собой трехжильным кабелем. Схемное решение измерителя позволяет иметь расстояние соединения датчика и блока измерительного прибора до 200 м.

Для повышения точности измерения, устранения влияния синфазных помех, устранения влияния изменения напряжения в данном варианте измерителя применена БИС аналого-цифрового преобразователя, что существенно повышает стабильность показаний измерителя во времени, облегчает его настройку и регулировку, уменьшает количество элементов в схеме, устраняет зависимость показаний от напряжения питания и повышает надежность и точность измерений. АЦП определяет знак температуры автоматически.

Конструктивные и схемотехнические требования к измерителю. При разработке конструкции и монтажной схемы измерителя учитывались требования, обусловленные как спецификой работы измерителя на судне, так и спецификой проведения измерений температуры без остановки судна удаленным от измерительного прибора стационарным датчиком:

- конструкция корпуса электронной части измерителя должна быть выполнена в судовом исполнении для условий работы электронного блока в ходовой рубке судна с возможностью заземления корпуса;

- конструкция датчика должна быть выполнена в герметичном ударопрочном исполнении для работы в постоянном контакте с морской водой и механическими нагрузками, обусловленными потоком заборной морской воды и льда;

- чувствительный элемент датчика должен иметь малую тепловую инерцию, что может быть достигнуто конструктивной тепловой развязкой чувствительного элемента датчика от защитного корпуса датчика, смонтированного на корпусе судна;

- так как длина кабеля между датчиком и измерительным прибором может варьироваться в больших пределах, то должно быть применено схемотехническое решение для устранения влияния величины сопротивления жил кабеля и величины изменения сопротивления жил кабеля от окружающей температуры на точность измерения температуры забортной воды;

- должен быть облегчен монтаж измерителя на судне применением разъемов для датчика и питания для облегчения монтажа-демонтажа, ремонта измерителя в условиях ремонта судна в доке и в условиях промыслового рейса;

- должна быть предусмотрена унифицированность и полная взаимозаменяемость всех датчиков разрабатываемой серии измерителей для облегчения ремонта монтажа, настройки и замены;

- должна быть применена стандартная промышленная градуировка применяемых датчиков;

- должно быть предусмотрена простота настройки и подстройки измерителей в условиях эксплуатации на судне, в том числе и при замене датчика;

- должна быть предусмотрена возможность градуировки и проверки точности измерительного блока в условиях судна;

- должна быть предусмотрена возможность изменения длины кабеля, соединяющего датчик и измерительный блок в больших пределах (до 200 м) без нарушения градуировки прибора;

- должно быть предусмотрено питание сигнальных линий и питание схемы низким напряжением;

- намотка датчика должна иметь конструктивное выполнение, исключаящее влияние сильных переменных электромагнитных полей работающих электромагнитных агрегатов судна.

Электрические характеристики измерителя. При разработке узлов измерителя принимались во внимание следующие характеристики и параметры измерителя, обусловленные как реальными условиями измерений, так и характеристиками применяемых конструктивных решений и элементной базы:

- диапазон измеряемой температуры от - 4 °С до +50 °С;

- дискретность измерения температуры $\pm 0,1$ °С;

- основная погрешность измерения $\pm 0,1$ °С;

- наибольшая длина соединительного кабеля от датчика до измерительного прибора до 200 м, при сопротивлении жил кабеля не более 5 Ом;

- питание измерителя: 220 В, 50 Гц, специальных требований к стабильности напряжения и частоты нет;

- потребляемая мощность 10 Вт;

- габариты корпуса электронного блока измерителя (вариант в судовом исполнении) – 15х15х15 см;

- градуировка первичного измерительного преобразователя (датчика) – гр. 23.

Особенности структурной схемы измерителя. Структурная схема измерителя учитывает следующие требования:

- упрощение принципиальной схемы и удешевление элементной базы;

- повышение точности измерения температуры без повышения требований к источнику питания;

- малой зависимости показаний от изменения напряжения питания;

- простоты линеаризации характеристики датчика в заданном диапазоне температур для равномерности и минимизации погрешности по всему измеряемому диапазону;

- малой чувствительности измерителя к электромагнитным помехам судового электрооборудования;

- возможности подключения удаленно размещенного датчика (сотни метров) без повышения погрешности измерения температуры.

Пять первых требований решены выбором структурной схемы измерителя с использованием характеристик аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и спаренного операционного усилителя.

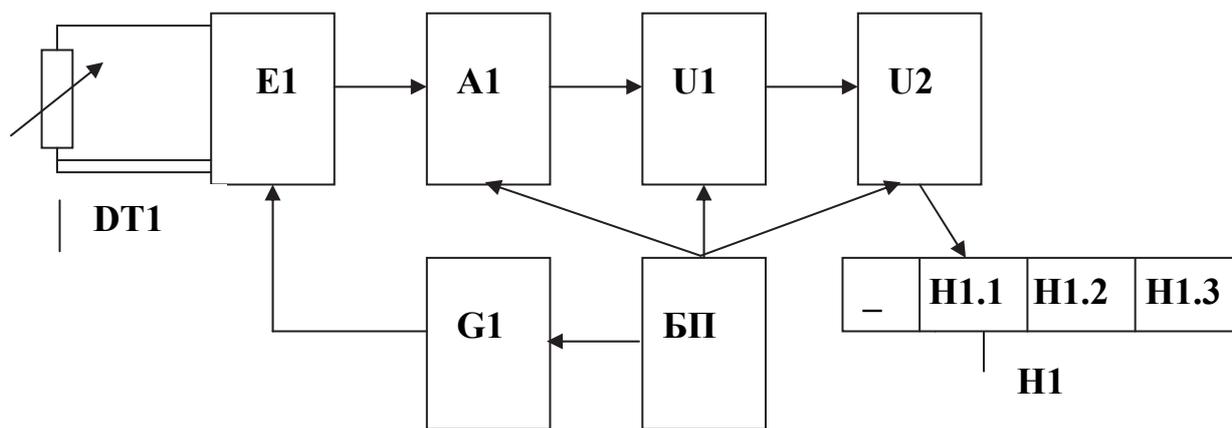
Возможность удаленного размещения датчика и независимость показаний измерителя от величины сопротивления соединительной линии и изменения ее сопротивления от температуры решены применением мостовой схемы с трехпроводным подсоединением удаленного датчика. Структурная схема цифрового измерителя температуры приведена на рисунке.

Работа измерителя по структурной схеме. Изменение температуры воды вызывает изменение сопротивления медного датчика температуры DT1, значение сопротивления, пропорциональное измеряемой температуре, преобразуется в блоке E1, представляющем схемотехнически неуравновешенный мост, в пропорциональное изменение напряжения. Преобразователь E1 питается от стабилизатора тока G1 стабильным током для исключения влияния изменения напряжения на мостовую измерительную схему.

Линеаризация характеристик датчика осуществляется изменением тока обратной связи с заданной характеристикой линеаризации, определяемой нелинейными свойствами медного датчика. Это позволяет иметь заданную точность измерений в широком диапазоне температур.

Выходной сигнал с неуравновешенного измерительного моста E1 усиливается масштабным операционным усилителем A1 и поступает с его выхода на аналоговый вход аналого-цифрового преобразователя U1. В U1 это напряжение преобразуется в цифровой код, пропорциональный измеряемой в данный момент температуре. Значение цифрового кода масштабируется в U1 в цифровой код, непосредственно отображающий измеряемую температуру в трех разрядах с точностью ± 1 °C.

АЦП U1 работает по принципу двойного интегрирования с авто-корректировкой «нуля» и автоматическим определением полярности входного сигнала. АЦП, в конечном итоге, производит преобразование напряжения, пропорционального температуре, в цифровой код. АЦП также вырабатывает знак входного аналогового сигнала, т.е. в нашем случае – знак температуры.



Структурная схема цифрового дистанционного измерителя температуры

Выбором опорного напряжения и его подстройкой можно привязать значения цифрового кода к значениям температуры – произвести масштабирование выходного цифрового кода так, чтобы получить на индикаторе цифровые значения, соответствующие значению температуры в цифровом десятичном коде. На выходе АЦП также расположен шифратор из двоичного кода в код семисегментного индикатора U2, к которому подключен цифровой блок индикации N1 – матрица светодиодных индикаторов, отображающая измеренную температуру.

Шифратор является составной частью интегрального АЦП и служит для преобразования цифрового кода с выхода АЦП в код семисегментного индикатора, т.е. для согласования с цифровым табло. На выходе шифратора расположен усилитель по току для согласования по потребляемому току с внешним цифровым индикатором. Индикатор высвечивает текущее значение и знак температуры воды.

Питание всех узлов осуществляется от стабилизированного блока питания БП, вырабатывающего набор необходимых напряжений с заданными параметрами. Блок питания включает понижающий трансформатор, фильтры нижних частот, параметрические стабилизаторы и служит для питания всех узлов измерителя: АЦП, индикаторов, операционных усилителей и измерительной мостовой схемы через стабилизатор тока. Питается измеритель от сети переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц через трансформатор Т1. Для стабилизации двуполярного напряжения предусмотрены параметрические стабилизаторы на элементах VD1, R18 и VD2, R19. Образцовое напряжение для АЦП и стабилизатора тока снимается с делителя напряжения на резисторах R16, R17, оно дополнительно фильтруется конденсатором С12.

Для обеспечения взаимозаменяемости термодатчиков использованы медные термометры сопротивления, аналогичные по градуировочным характеристикам серийно выпускаемым термопреобразователям ТСМ-6114 ГОСТ 6651-72 со стандартной градуировочной статической характеристикой гр. 23.

Цифровой дистанционный измеритель температуры морской воды по ходу судна без его остановки повышает эффективность поиска сайры, которая концентрируется и поднимается к поверхности при температуре, близкой 11 °С.

Список использованной литературы

1. Молочков В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами судов: учеб. пособие. М.: Моркнига, 2013. 360 с.
2. Роджеро Н.И. Справочник судового электромеханика и электрика. М.: Транспорт, 1986.

M.U. Barylski
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

TEMPERATURE METER OF SEA WATER TO SEARCH FOR SAURY

This article discusses the design and circuitry osorbennosti's remote digital temperature meter for accumulations of saury.

Сведения об авторе: Барыльский Марк Юрьевич, ЭМс-412.

УДК 621.316.217+621.3.036.64

И.А. Гаврильченко
Научный руководитель – В.В. Кирюха, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

В соответствии с ГОСТ 12.1.009-76 под термином «электробезопасность» понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Современные индивидуальные средства защиты от электрического тока очень эффективны. Это можно понять по обнадёживающей статистике, показывающей, что поражение электрическим током как производственная травма стало встречаться гораздо реже, а на некоторых предприятиях вообще сведено к нулю. В процессе эксплуатации электроустановок при определенных условиях даже самые современные меры защиты, заложенные в конструкции или предусмотренные ПУЭ (Правила устройства электроустановок), не могут обеспечить безопасность работающих. Поэтому ПУЭ предусматривают обязательное применение защитных средств при обслуживании действующих электроустановок. К защитным средствам относятся приборы, аппараты, переносные и перевозимые приспособления и устройства, служащие для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги, продуктов горения, электромагнитного поля, падения с высоты и т.п.

Для начала нужно подробно осветить этот вопрос. Средства от поражения электрическим током могут быть основные и дополнительные.

Основными техническими средствами защиты являются:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания (зануление);
- устройства защитного отключения.



Рис. 1. Переносное защитное заземление

Заземление снижает до безопасной величины напряжение относительно земли металлических частей электроустановки, оказавшихся под напряжением при повреждении изоляции. Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т.п.). Эквивалентом земли может быть вода реки или моря, каменный уголь в карьерном залегании и т.п.

Зануление – преднамеренное электрическое соединение с глухо заземленной нейтралью трансформатора в трехфазных сетях металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. В сетях однофазного тока части электроустановки соединяются с глухозаземленным выводом источника тока, а в сетях постоянного тока – с заземленной точкой источника. При занулении нейтраль заземляется у источника питания. Эта система имеет наибольшее распространение. Она считается основным средством обеспечения электробезопасности в трехфазных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

Защитным отключением называется автоматическое отключение электроустановок при однофазном прикосновении к частям, находящимся под напряжением, недопустимым для человека, и (или) при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), превышающего заданные значения.

Назначение защитного отключения – обеспечение электробезопасности, что достигается за счет ограничения времени воздействия опасного тока на человека. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), которое, обеспечивая электробезопасность при прикосновении человека к токоведущим частям оборудования, позволяет осуществлять постоянный контроль изоляции, отключает установку при замыкании токоведущих частей на землю. Для защиты людей от поражения электрическим током применяются УЗО с током срабатывания не более 30 мА. Область применения защитного отключения – электроустановки в сетях с любым напряжением и любым режимом нейтрали.

Наибольшее распространение защитное отключение получило в электроустановках, используемых в сетях напряжением до 1 кВ с заземленной или изолированной нейтралью.

К *основным* индивидуальным средствам защиты от поражения электрическим током относят диэлектрические перчатки, изолирующие и токоизмерительные клещи, монтерский инструмент с изолирующими рукоятками, токоискатели (при работе с сетью с напряжением менее 1000 В).

При работе с сетью с напряжением более 1000 В применяются различного рода указатели напряжения, оборудование и разные изолирующие устройства, а также изолирующие штанги и клещи. *Дополнительные*. В эту категорию обычно выделяют все остальные средства индивидуальной защиты, например, специальные галоши, сапоги, коврики и дорожки, а также монтажные пояса, позволяющие безопасно работать на большой высоте, канаты, лестницы разных типов и монтерские когти.

Дополнительные изолирующие защитные средства служат для усиления защитного действия основных защитных средств, вместе с которыми они применяются. Эти защитные средства не обладают достаточной изоляцией и не могут самостоятельно обеспечить защиту от поражения электрическим током. Кроме того, они применяются для защиты от напряжения шага.

Шаговым напряжением (напряжением шага) называется напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. Шаговое напряжение зависит от удельного сопротивления грунта и силы, протекающего через него тока.

Основные и дополнительные защитные средства во всех операциях должны применяться совместно, причем достаточно применить одно основное и одно дополнительное средство. В необходимых случаях кроме основных и дополнительных изолирующих средств должны применяться вспомогательные средства (защитные очки, брезентовые рукавицы, предохранительные пояса, страхующие канаты, временные ограждения, переносные заземления и предупредительные плакаты).

Ограждающие защитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние, а также для предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами. К таким защитным средствам относятся временные переносные ограждения (шиты, клетки), изолирующие накладки, колпаки, временные переносные заземления и предупреждающие плакаты.

Средства электробезопасности разделяют на общетехнические, специальные и средства индивидуальной защиты.

Общетехнические средства защиты:

1. Рабочая изоляция.
2. Двойная изоляция
3. Ограничение доступа к токоведущим частям (кожухи, корпуса, заглушки и т.п.)
4. Защитные блокировки
5. Пониженное напряжение в сети



Рис. 2. Диэлектрический изолирующий инструмент



Рис. 3. Индивидуальные средства защиты при работе с напряжением более 1000 В

Выбор того или иного способа или средства защиты (или их сочетаний) в конкретной электроустановке и эффективность его применения зависят от целого ряда факторов, в том числе:

- от номинального напряжения;
- рода, формы и частоты тока электроустановки;
- способа электроснабжения (от стационарной сети, от автономного источника питания электроэнергией);
- режима нейтрали источника трехфазного тока (средней точки источника постоянно-го тока) – изолированная нейтраль, заземленная нейтраль;
- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные);
- условий внешней среды;
- схемы возможного включения человека в цепь протекания тока (прямое однофазное, прямое двухфазное прикосновение; включение под напряжение шага);
- вида работ (монтаж, наладка, испытания) и др.

В первую очередь, однако, нужно четко соблюдать все необходимые условия техники безопасности и эксплуатации – так индивидуальные средства защиты от электрического тока прослужат вам намного дольше. Кроме того, перед каждым применением мастер должен тщательно осмотреть все, что он собирается использовать, и при наличии неисправностей тут же сдать вещь в ремонт, получив замену. Использовать вещи, которые, как вам кажется, неисправны, ни в коем случае нельзя. Обязательным условием является и периодическая полная проверка складов с необходимым оборудованием – изолирующие свойства должны проверяться минимум раз в год (оптимальным вариантом будет проверка раз в полгода, особенно если вы еще не до конца доверяете выбранному производителю).

Для проверки диэлектрических свойств все изолирующие защитные средства подвергаются электрическим испытаниям повышенным напряжением частотой 50 Гц после изготовления и периодически в процессе эксплуатации. Все защитные изолирующие средства хранятся в закрытых помещениях и защищаются от воздействия влаги, пыли и механических повреждений. Перчатки, боты, галоши и коврики должны быть защищены от воздействия химических веществ, солнечных лучей и тепла нагревательных приборов, в противном случае возможно разрушение резины

Список использованной литературы

1. [https://www.ronta.ru/articles/mery_zashchity_ot_porazheniya_elektricheskim_tokom/].
2. [http://www.ktovdome.ru/ohrana_truda_i_tehnika_bezopasnosti_v_gazovo/tehnika_bezopasnosti_v_gazovom_hozyaystve/77/10746.html].
3. [<http://www.lipok.ru/siz/siz-ot-porazheniya-el-tokom/>].
4. [<https://elektrik-master.ru/sredstva-zaschity-ot-porazhenija-jelektricheskim-tokom.html>].

I.A. Gavrilchenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PROTECTION OF A PERSON FROM ELECTRIC SHOCK

In accordance with GOST 12.1.009-76, the term «electrical safety» means a system of organizational and technical measures and means to protect people from harmful and dangerous effects of electric current, electric arc, electromagnetic field and static electricity.

Сведения об авторе: Гаврильченко Илья Александрович, ЭМс-312, e-mail: karate.v2.0@yandex.ru

И.О. Журавлёв
Научный руководитель – Е.П. Матафонова, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ВРАЩАЮЩИЕСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Рассмотрены новые разработки в электротехнике.

Современные тенденции развития электромашиностроения тесно связаны с созданием новых усовершенствованных электрических машин, эксплуатацией, жизненным циклом, ремонтами существующих генераторов и мощных двигателей для различных механизмов на электрических станциях и их применением для генерации электрической энергии. Новые международные разработки в этой области регулярно обсуждаются на сессиях и коллоквиумах СИГРЭ (Международный Совет по большим электрическим системам высокого напряжения), а также исследовательского комитета А1 «Вращающиеся электрические машины».

Так, фирма «Альстом» (Франция-Швейцария) представила проект изготовления сварного ротора крупного четырёхполюсного генератора при условии обеспечения его механической прочности на уровне, соответствующем центральным роторам. Прототип сварного ротора для турбогенератора 900 МВт атомной электростанции находится в эксплуатации с 2013 г.

Интерес к таким конструкциям возник в 2008 г. В то время казалось, что изготовить цельную поковку ротора весом 280 т не представляется возможным или требует очень длительного времени (3-4 года). Таким образом, риск остаться без ротора при планировании ремонтов был выше, чем технический риск от использования сварной конструкции с теоретически возможным снижением сроков эксплуатации ротора.

Авария на Факусиме изменила подход к конструкции ротора. Срок задержки поставки запасного ротора стал принципиально важным и поэтому теперь два подхода (моноблочный или сварной) к конструкции ротора имеют право на существование. Выбор определяется экономическими соображениями, связанными в том числе со сроками поставки запасного ротора той или иной конструкции.

Фирма «Хитачи» (Япония) в своём докладе на сессии СИГРЭ описала преимущества и причины использования гидрогенераторов с переменной скоростью для гидроаккумулирующих станций на примере агрегата мощностью 467MVA/460MW. Самый большой гидроагрегат КАЭС с переменной скоростью был установлен в «Токуо Electric Power Company (TEPC)».

Блок *KazunogawaUnit 4* был введен в эксплуатацию 9 июля 2014 г. и по сей день работает нормально. В настоящее время в Японии после трагедии на Факусиме все атомные блоки выведены из эксплуатации, и поэтому роль обратимых гидроагрегатов большой мощности чрезвычайно велика, особенно для покрытия максимумов нагрузки. Блок, работающий в режиме с переменной частотой вращения, имеет весьма широкий диапазон регулирования мощности 130-400 МВт в режиме генерирования, тогда как блоки с постоянной частотой вращения могут обеспечить режим 260-400 МВт. Такая операционная гибкость высоко оценивается генерирующими компаниями и системными операторами.

Уникальный генератор 400 МВА с коэффициентом мощности 0,8 с воздушным охлаждением AN5ALDO разработан на базе существующего генератора с воздушным охлажде-

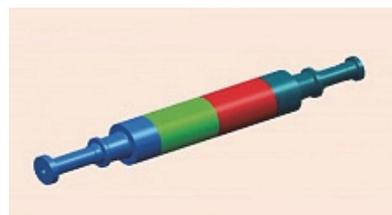


Рис. 1. Прототип сварного ротора для турбогенератора 900 МВт

нием мощностью 360 МВА, 50 Гц. Увеличение мощности было достигнуто за счет оптимизации теплообмена при косвенном воздушном охлаждении обмотки статора и непосредственном радиальном охлаждении сердечника, выводов генератора и путём продольного охлаждения обмотки ротора. Терморезистивная изоляция, соответствующая классу F, широко используется фирмой как с воздушным, так и водородным охлаждением даже при более высоких напряжениях и увеличенных электромагнитных силах. Генератор рассчитан на работу как с паровой, так и с газовой турбиной. Организация перемещения воздушных потоков приведена на рис. 2. Используется теплообменник «воздух-вода».

При разработке генератора использовались конечно-элементный анализ и 3D-проектирование. Генератор рассчитан на использование статической системы возбуждения и на частотный пуск от преобразователя частоты. В конструкции увеличено количество стяжных призм по сравнению с генератором 360 МВА для обеспечения эластичной подвески сердечника в корпусе генератора. Стержень обмотки статора представлен на рис. 3

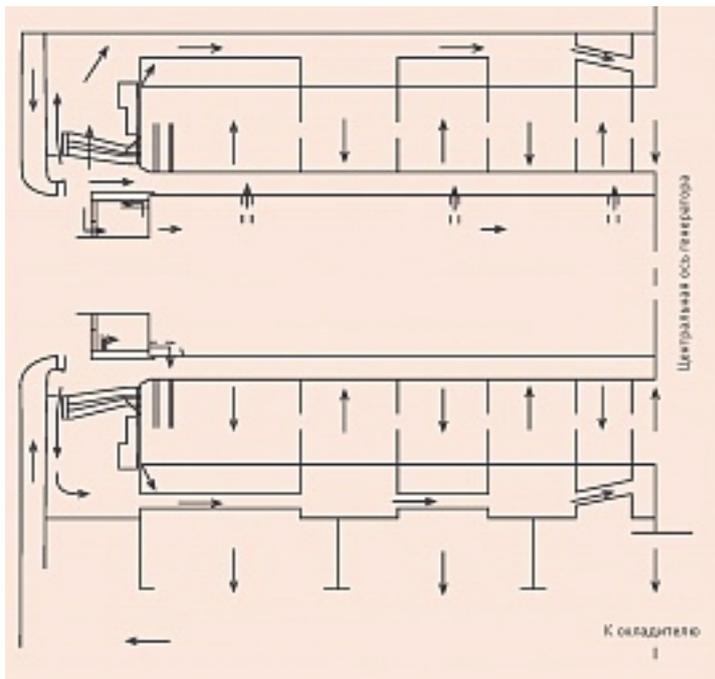


Рис. 2. Организация перемещения воздушных потоков

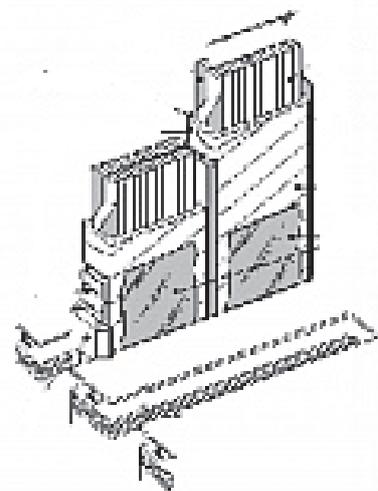


Рис. 3. Стержень обмотки статора

Характеристики генератора: изготовитель – «Arnaldo Engenia», тип генератора TRY-L63, стандарт ICE 6003A-1, конструкция IM7305, охлаждение ICBAIW7, номинальная мощность 400МВА.

Переход от базового режима к режиму переменной нагрузки приводит к повышенным механическим напряжениям почти всех компонентов генератора, в частности, статорных обмоток и соответственно – к ускорению старения и износа генератора. Это требует повышения внимания к операционному обслуживанию таких генераторов и оказывает влияние на технические требования заказчика к системным операторам. Изменения режимов также влекут за собой появление дополнительных требований со стороны системного оператора.

Новые европейские требования ENTSO-E к генераторам:

- повышение диапазона измерения частоты сети (47,5 -51,5 Hz) и более высокие отклонения напряжения (85-115 % номинального напряжения)

- риск магнитного насыщения сердечника статора

- увеличенный ток ротора – перегрев обмотки.

- частые пуски-остановы турбогенераторов:

- 1) нагрев и охлаждение компонентов

2) термоциклирование обмоток и сердечника, приводящее к ускоренному старению.
- быстрое изменение нагрузки при высоких градиентах изменения токов статора и ротора до 24 % от номинальной нагрузки:

1) быстрое расширение и сжатие медных обмоток

2) термомеханические напряжения

- более длительные периоды восстановления после коротких замыканий вплоть до 250 мс:

1) существенно увеличенные крутильные колебания агрегатов

2) риск появления трещин на роторных фланцах

Управление сроком службы старых генераторов при переводе их из режима базовой нагрузки в маневренный режим требует выполнения следующих шагов:

1. Оценку остаточного срока службы и оценку риска – выполняет пользователь совместно с изготовителем генератора.

2. Разработку плана оптимизации обслуживания блока, основанного на оценке финансовых рисков (аварийные ремонты, количество повреждений) – контроль по состоянию.

3. Реализацию долгосрочной модернизации (определить необходимые запасные части) или разработать решения по замене, основанные на экономическом анализе.

4. Установление online мониторинга и удалённой диагностической системы для раннего предупреждения возможных повреждений – устранение риска возможных аварий.

5. Планирование превентивного обслуживания на базе оценки рисков, зависящее от режима работы агрегата – пиковый, умеренный, базовый.

Научно-технические конференции по данной тематике демонстрируют постоянно растущий уровень разработки технических решений в области создания и модернизации вращающихся машин. Появление современных материалов, новых, более совершенных методов расчета позволяют повысить качество конструирования и снизить себестоимость изготовления оборудования.

Так, в практику создания мощных турбогенераторов начинает входить использование сварных роторов, что подтверждено опытом фирмы «Альстом» для турбогенератора 900 МВт атомного энергоблока. К новым разработкам относятся также создание и испытание фирмой «Ансальдо» генератора с воздушным охлаждением мощностью 400МВА для работы как с паровой, так и с газовой турбиной. Решение этой задачи потребовало, прежде всего, существенного улучшения системы охлаждения, изменения конструкции стержней статорной обмотки и совершенствования системы крепления лобовых частей статорной обмотки в части снижения уровня вибраций.

Мировая тенденция развития генерации, особенно в странах Западной Европы, – перевод энергоблоков из базового режима работы в маневренный в связи с массовым внедрением ветровой и солнечной энергетики. Особое внимание уделено непрерывному мониторингу состояния генераторов.

Список использованной литературы

Виницкий Ю.Д., Шакарян Ю.Г. Концерн «РУСЭЛПРОМ», АО «НТЦ ФСК ЕЭС» // Энергия единой сети. 2016. № 3.

I.O. Zhyravlev
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia,

ROTATING ELECTRIC MACHINES

New development of electrical engineering.

Сведения об авторе: Журавлёв Илья Олегович, ЭНп-312, e-mail: ilyxa60@gmail.com

Т.Ю. Перельгин

Научный руководитель – Е.П. Матафонова, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЧАСТОТНЫЕ ФИЛЬТРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ВАНАДИЯ

Недавнее быстрое развитие будущей космической связи в полосе частот Ка мотивирует исследование новых перестраиваемых компонентов для этих приложений с частотным диапазоном, среди которых перестраиваемые фильтры с полосой пропускания играют главную роль.

Полосовые резонансные частотные фильтры предназначены для выделения или режекции (вырезания) определённой полосы частот. Резонансные частотные фильтры могут состоять из одного, двух, или трех колебательных контуров, настроенных на определённую частоту. Резонансные фильтры обладают наиболее крутым подъёмом (или спадом) АЧХ по сравнению с другими (нерезонансными) фильтрами. Полосовые резонансные частотные фильтры могут быть одноэлементными – с одним контуром, Г-образными – с двумя контурами, Т- и П-образными – с тремя контурами, многосвязными – с четырьмя и более контурами.

Здесь предлагается и подтверждается новый принцип в настройке фильтра полоскового волновода (CPW) с помощью короткого замыкания спиральных катушек с дроссельной заслонкой (DGS) для изменения резонансной частоты. Перестраиваемый фильтр изготовлен на кремниевой подложке с высоким удельным сопротивлением (HR-Si) на основе технологии, совместимой с CMOS, с использованием переключателя на основе оксида алюминия толщиной $1 \text{ мкм} \times 10 \text{ мкм}$ и 300 нм с использованием перехода изолятора к металлу (ИМТ). Фильтр предназначен для работы в полосе Ка с настраиваемыми центральными частотами от $28,2 \text{ ГГц}$ до 35 ГГц .

Благодаря простоте интеграции, обратимому изолятору к переходу металла (ИМТ), низкой температуре перехода и быстрому переключению, использование двуокиси ванадия (VO_2) в качестве реконфигурируемого радиочастотного материала даёт возможность использовать в конструкции фильтра дефектное заземление (DGS). DGS были введены в 2000 г. и с тех пор широко использовались как в микрополосковой, так и в копланарной волноводной технологии (CPW) для проектирования СВЧ-фильтра на различных частотах.

Изготовленный фильтр имеет более высокий диапазон настройки (19 %) при меньших потерях в К-диапазоне и на частоте 40 ГГц , чем измеренные фильтры CPW DGS, представленные в литературе для той же полосы частот. Изготовление выполняется в технологии, совместимой с CMOS, и настройка достигается путем нагревания пленки VO_2 выше температуры ИМТ ($68 \text{ }^\circ\text{C}$), что приводит к увеличению ее проводимости примерно на три порядка.

Механизм настройки, предложенный авторами, состоит в разрезе зазора в спиральном индукторе DGS и добавлении в него тонкого слоя VO_2 . Положение зазора изменяет резонансную частоту фильтра в «выключенном состоянии», а его длина оказывает значительное влияние на характеристики фильтра во включенном состоянии. На рис. 1, а и б изображены расположение зазора d и интеграция VO_2 и его геометрические параметры. Результаты по величине параметра пропускания рассеяния S_{21} представлены на рис. 3 с учетом первого идеала, представленного на рис. 1. Полученные значения показывают вносимые потери $19,8 \text{ дБ}$ при $f_0 = 28,1 \text{ ГГц}$ и коэффициент качества $Q = 28$, аналогичные значениям.

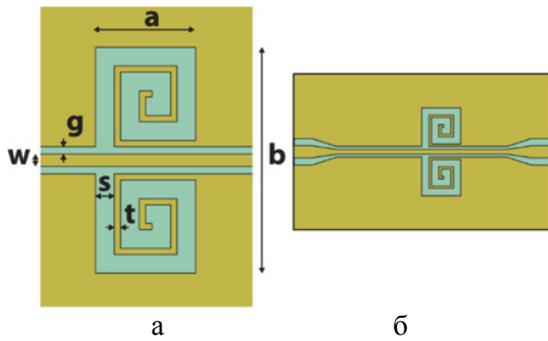


Рис 1. а – схема предлагаемой формы DGS и ее площади, определяемой как $a \times b$ (площадь прямоугольника, покрывающего дефектную форму) $w = 40$ мкм и $g = 24$ мкм, $s = 60$ мкм, $t = 20$ мкм и $a = 320$ мкм; б – включая соединительную сеть к линии CPW со средней шириной линии $w = 100$ мкм и $g = 60$ мкм, используемой для измерения устройства

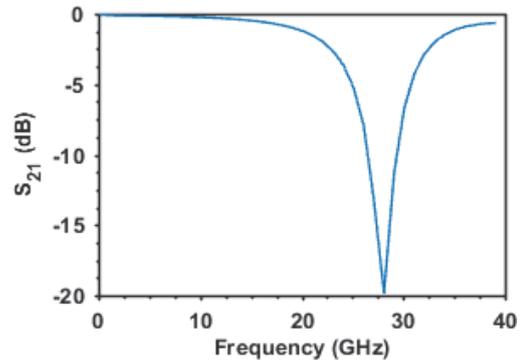


Рис. 2. Имитационный параметр передачи S_{21} – величина для структуры на рис. 1, б

На рис. 4 показаны характеристики во включенном состоянии фильтра со встроенным VO₂ в зазоре (см. рис. 2), рассматривая первые разные длины зазора. По мере увеличения длины от 1 мкм до 11 мкм максимальный ПЛ уменьшается примерно с 17,67 дБ до 9,4 дБ, в то время как Q фильтров также уменьшается. На рис. 5 показано влияние проводимости пленки VO₂ в ее металлической фазе. Можно видеть, что использование низкопроводящей пленки VO₂ влияет на максимальный ПЛ для фиксированных геометрических значений пленки.

Слой кремния был осажден для улучшения радиочастотных характеристик. Затем субстрат пассивировали 500 нм SiO₂, осажденным распылением. Пленку VO₂ получали реактивным магнетронным напылением, начинающимся с объекта из ванадия. Затем пленку рисуют с использованием фотолитографии и мокрого травления. Для контакта с VO₂ 20 нм титана и 800 нм алюминиевой пленки впоследствии осаждали с помощью испарения с электронным лучом и с поднятием рисунка. Затем распылялась пленка SiO₂ толщиной 300 нм. Отверстия открывались фотолитографией и сухим травлением SiO₂ для контакта с донным металлом, и для создания CPW осаждался алюминиевый верхний слой металла толщиной 2 мкм. На рис. 8 показано оптическое изображение изготовленного фильтра.

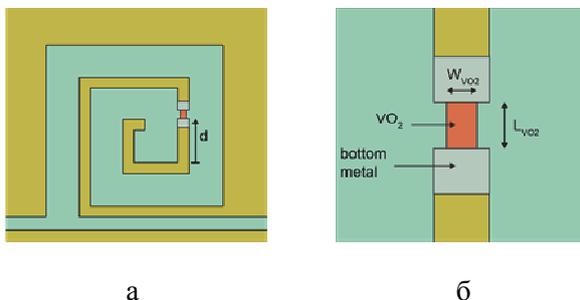


Рис 3. а – VO₂ (оранжевый), прерывающий спиральный индуктор DGS в выключенном состоянии и продолжающий его во включенном состоянии; б – более близкое представление переключателя VO₂ с его геометрическими параметрами

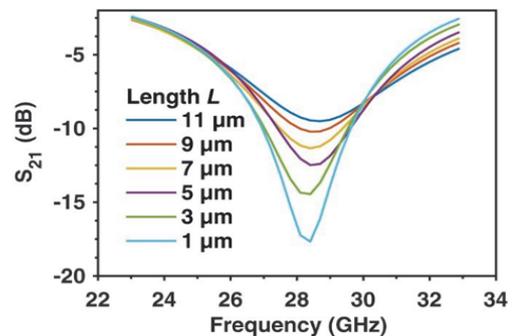


Рис. 4. Имитированная величина параметра S_{21} передачи для разной длины заполненного зазора VO₂ с учетом проводимости 30000 S/m выбранной тонкой пленки шириной 20 мкм и толщиной 300 нм

DGS можно рассматривать как двойную спиральную катушку индуктивности, которая имеет две спирали, коротко вырезанные, когда VO_2 находится в непроводящем состоянии (выключен). Положение переключателя по спирали определяет значение индуктивности в выключенном состоянии и, следовательно, задает резонансную частоту. На рис. 6 показан эффект изменения значения d (положение разреза вдоль спирали): резонансная частота увеличивается с увеличением d , а разрез делается дальше от ссылки на рис. 1, а. Можно видеть сдвиг с 28 ГГц во включенном состоянии до примерно 34 ГГц в выключенном состоянии, так как d достигает 130 мкм.

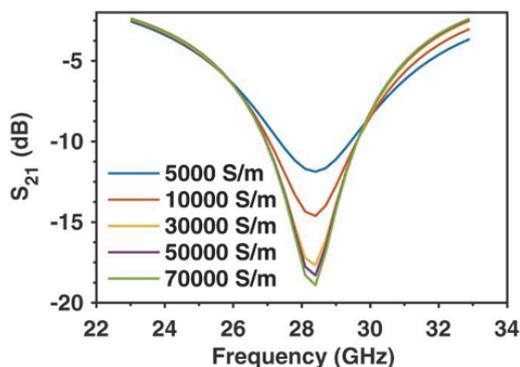


Рис. 5. Имитированная величина параметра S_{21} передачи для изменения проводимости тонкой пленки VO_2 шириной 20 мкм, длиной 1 мкм и толщиной 300 нм

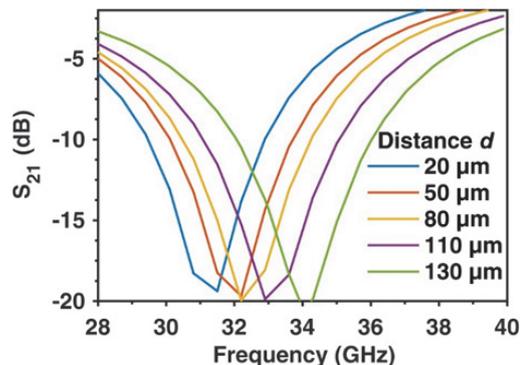


Рис. 6. Имитированная величина параметра S_{21} передачи для разного положения d переключателя VO_2 по спирали (как показано на рис. 3) в выключенном состоянии

Стоит отметить, что дальнейшее смещение положения светотеневой границы вдоль спирали будет способствовать дальнейшему увеличению диапазона перестройки. Резуль-

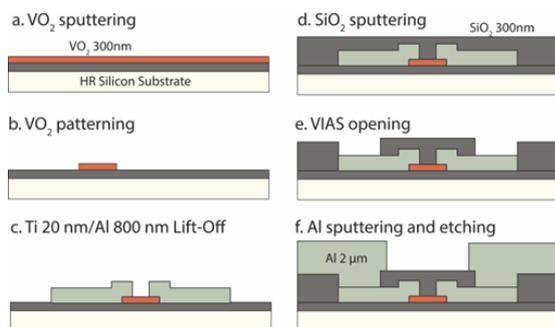


Рис. 7. Процесс изготовления перестраиваемых фильтров

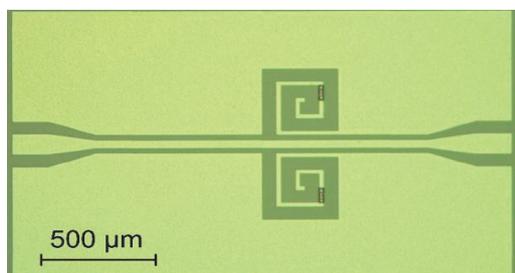


Рис. 8. Оптическое изображение изготовленного фильтра

таты, основанные на переключателе VO_2 длины $L_{\text{VO}_2} = 1$ мкм с учетом постоянной относительной диэлектрической проницаемости $\epsilon_r = 30$ для тонкой пленки. Конечные параметры изготовленного фильтра: $a = 320$ мкм, $d = 130$ мкм с переключателем VO_2 длиной $L_{\text{VO}_2} = 1$ мкм и шириной $W_{\text{VO}_2} = 10$ мкм.

Фильтры изготавливались с использованием стандартных микроэлектронных процессов, начиная с кремниевой подложки с высоким удельным сопротивлением ($10000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$) толщиной 525 мкм (рис. 7) заканчивая аморфным слоем толщиной 300 нм. Величина параметров S_{21} при 20 °C для состояния off и 100 °C для состояния on (значительно выше температуры перехода изолятора к металлу в пленке VO_2) и хорошо согласуется с моделированием. Групповая задержка имеет плоское значение в обоих состояниях, представляющих измеренные пиковые отклонения ниже 0,27 нс, немного превышающие смоделированное значение 0,25 нс, но аналогично сообщенным значениям. Стоит

упомануть почти неразличимую разницу между имитируемыми комплексными параметрами S_{21} и измеренными в обоих состояниях (нанесенными на поверхность диаграммы 3D Smith).

В данной статье описан первый перестраиваемый фильтрующий элемент KW CPW DGS на основе VO₂, использование которого в качестве переключателя контактной серии показывает высокую зависимость максимального ПЛ, полученного на настроенной резонансной частоте от проводимости и длины / ширины тонкой пленки VO₂. Даже если характеристики состояния на фильтре ограничены проводимостью VO₂ и неидеальной кремниевой подложкой, введенные настройки конфигурации с измененной формой могут представлять интерес для ученых к использованию диоксида ванадия в качестве основы электронных устройств следующего поколения.

Список использованной литературы

1. [<http://ieeexplore.ieee.org/document/8263228/?reload=true>] Vanadium Oxide Bandstop Tunable Filter for Ka Frequency Bands Based on a Novel Reconfigurable Spiral Shape Defected Ground Plane CPW.

2. Немцов М.В., Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2007.

T.Y. Perelygin
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

FREQUENCY FILTERS OF A NEW GENERATION BASED ON VANADIUM DIOXIDE

The recent fast development of the future space communication in the Ka frequency band motivates the research of new tunable components for this frequency range applications, among which tunable bandstop filters play a major role.

Сведения об авторе: Перельгин Тихон Юрьевич, СМс-312, e-mail: pro100tikhon@gmail.com

УДК 621.31 (075.8)

Т.В. Политов
Научный руководитель – Е.П. Матафонова, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЭП С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрено определение мест повреждения ЛЭП с помощью современных приборов.

Важным фактором для быстрого устранения последствий повреждений воздушных линий электропередач (ВЛ) является точное дистанционное определение места повреждения, что позволяет уменьшить зону обхода ВЛ оперативно-ремонтным персоналом электрических сетей. Точность определения места повреждения ВЛ особенно важна, если на элементах ВЛ отсутствуют видимые следы пробоя, не позволяющие достоверно определить место повреждения при осмотре ВЛ. Волновые методы двусторонних измерений являются наиболее точными средствами определения мест повреждения воздушных линий электропередачи. Использование таких методов позволяет существенно сократить время поиска поврежденного элемента воздушной линии.

Особенности волновых методов.

Волновые методы двусторонних измерений основаны на измерении времени между моментами достижения концов воздушных линий электропередач фронтами электромагнитных волн, возникших в месте короткого замыкания (КЗ). При длине L линии, скорости v распространения волны, разности времени Δt достижения фронтами волн одного и второго концов ВЛ расстояние l от точки контроля до места повреждения соответствует

$$L = \frac{L}{2} - \frac{\Delta t}{2} \cdot v. \quad (1)$$

Необходимым условием реализации метода является синхронный отсчет времени на двух концах ВЛ. Волновые методы широко применяются в США, Китае, Канаде, Южной Африке и характеризуются высокой точностью определения места ОМП (150-500 м), что определяется слабой зависимостью контролируемых величин от режима работы электрической сети, величины переходного сопротивления в месте КЗ и вида КЗ. Характеристики современных технических решений ОМП ряда производителей, реализуемые волновым методом, приведены в таблице.

На точность метода оказывают влияние погрешности синхронизации устройств, способы определения скорости распространения электромагнитной волны, точность измерения времени прихода электромагнитной волны, а также внешние электромагнитные помехи. Эффективность волнового метода двусторонних измерений связана с особенностями синхронизации измерений по концам линии. Развитие спутниковых радионавигационных систем (СРНС), таких, как GPS и ГЛОНАСС, позволило повысить степень синхронизации измерений со шкалой всемирного координированного времени UTC.

Принципы определения места повреждения ВЛ.

При разработке способа ОМП использованы преимущества преобразования фазных токов и напряжений ВЛ в токи и напряжения волновых каналов по выражениям:

$$U_m = T_u^{-1} x U_{ph'} , \quad (2)$$

$$I_m = T_i^{-1} x_{ph'} , \quad (3)$$

где U_m и I_m – матрицы-столбцы модальных напряжений и токов ВЛ, U_{ph} и I_{ph} – матрицы-столбцы фазных напряжений и токов ВЛ.

Матрицы преобразований токов T_i и напряжений T_u зависят от геометрии и расположения и марки проводов ВЛ, их удаленности от поверхности земли и от удельной проводимости земли. Места нарушения однородности ВЛ, такие, как транспозиция и в большей степени – ответвления от линии, оказывают влияние на распространение волн. Однако они не искажают форму фронта волны, что позволяет эффективно использовать волновые каналы при практической реализации. Поскольку нулевой канал имеет более высокую степень затухания, для получения волны, наиболее приближенной по форме к волне в месте повреждения, целесообразно применение междуфазных волновых каналов.

Использование высокой частоты дискретизации входных сигналов токов и напряжений линий для наиболее точного определения фронта волны требует весьма широкой полосы пропускания частот с минимальными искажениями. Применяемые трансформаторы напряжения (ТН) и трансформаторы тока (ТТ) проектируются для измерения сигналов промышленной частоты. Как показали исследования, ТТ имеют погрешности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) не более 5 %, а фазо-частотной характеристики (ФЧХ) – не более 10 градусов в диапазоне до 500 кГц. Метрологические погрешности ТН существенно возрастают в полосе частот, превышающих 5 кГц. Однако волновой метод можно успешно применять раздельно по токам и по напряжениям, либо совместно. Это позволит при реализации ОМП волновым методом использовать серийно выпускаемые ТТ и ТН.

Для уменьшения влияния отраженных волн производится определение напряжения падающей волны для волновых каналов по выражению

$$U_{\text{пад}} = \frac{U_m + Z_m * I_m}{2} ,$$

где Z_m – величина, характеризующая сопротивление волнового канала, U_m и I_m – напряжение и ток в точке контроля.

Контроль напряжения падающей волны позволяет ограничить зависимость ОМП от изменения сопротивления в энергосистеме, примыкающей к ВЛ, и отрицательного воздействия повторных волн, способных исказить достоверность процесса измерения.

Составляющие токов и напряжений волновых каналов при повреждениях отстраиваются от токов и напряжений режима, предшествующего повреждению, путем, например, вычисления в темпе процесса разности значений электрических величин, разделенных интервалом, кратным периоду промышленной частоты T в соответствии с выражением

$$U_{\text{нэ}}(t) = U_{\text{пад}}(t) - U_{\text{пад}}(t - T),$$

где t – текущее время.

Точность определения фронта волны во многом зависит от используемого математического аппарата. В последние годы за счет внедрения микропроцессоров, способных регистрировать и обрабатывать переходный процесс с интервалом дискретизации порядка единиц и десятков микросекунд, особое внимание было уделено алгоритмическому обеспечению функционирования микропроцессорных устройств ОМП с помощью современных математических методов обработки сигналов тока и напряжения электрической сети. Наиболее распространенным среди них является метод преобразования Фурье. Однако он не приспособлен для анализа высокочастотных переходных процессов из-за того, что гармонические базисные функции в принципе не могут отображать перепады сигналов с бесконечной крутизной типа прямоугольных импульсов, так как это требует бесконечно большого числа членов ряда.

Д. Робертсон и П. Рибейро предложили использовать вейвлетпреобразование для анализа переходных процессов в электроэнергетических системах. Разложение сигналов производится по базису собственных функций (вейвлетов), занимающих промежуточное положение между гармоническими (синусоидальными) функциями и функцией Дирака, локализованной во времени. Оценка амплитуды и знака модуля максимума напряжения и тока с обеих сторон линии позволяет определить наличие и вид КЗ. Предлагается использовать и другие способы обработки и распознавания сигналов тока и напряжения, например, морфологический градиент, S-преобразование, метод фильтрации Прони и преобразование Гильберта-Хуанга.

Современные математические методы определения фронта волны имеет ограничения при низком отношении сигнал/шум. В связи с этим целесообразно определение фронта волны производить на основе анализа сигналов во временной области с помощью методов математической статистики.

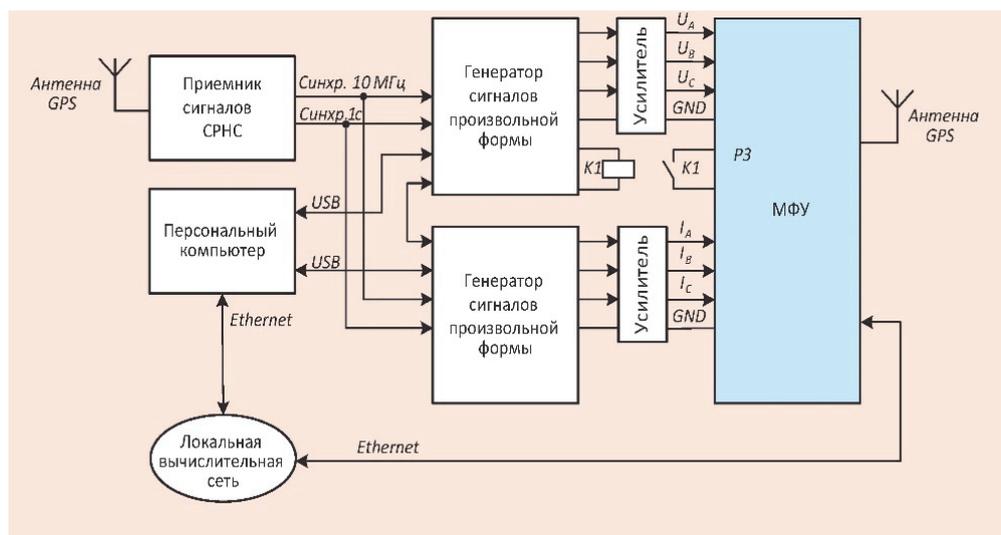
№	Наименование	Способ ОМП	Погрешность ОМП, указанная производителем
1	Qualitrol IDM+ 9 (IDM+18, IDM+36) (США)	Метод по параметрам аварийного режима, волновой метод двусторонних измерений	± 150 м
2	Qualitrol FL-1 (FL-8) (США)	Волновой метод двусторонних измерений	± 60 м
3	Qualitrol TWS Mk VI (США)	Волновой метод двусторонних измерений	± 150 м
4	ISA TFS 2100 (Италия)	Волновой метод двусторонних измерений, волновой метод односторонних измерений	± 50 м
5	Alstom Reason/RPV-310 (Франция)	Односторонний метод по параметрам аварийного режима, волновой метод двусторонних измерений	—
6	Бреслер-0107.090 (Россия)	Односторонний и двусторонний по параметрам аварийного режима, волновой метод двусторонних измерений	3% (односторонний по параметрам аварийного режима), 1% (двусторонний по параметрам аварийного режима), ± 150 — ± 450 м (волновой метод двусторонних измерений)
7	HPR-7000 (Китай)	Волновой метод двусторонних измерений, метод по параметрам аварийного режима	—

Лабораторные испытания.

Методика испытаний устройства волнового ОМП заключается в воспроизведении осциллограмм КЗ генератором сигналов. Сигналы по концам ВЛ при различных параметрах повреждений моделируется в программе ATP/EMTP, преобразуется в формат CSV и загружается в генератор.

Предварительный процесс длительностью 100 мс циклически воспроизводится генератором. После подачи команды начинается воспроизведение аварийного процесса длитель-

ностью 100 мс. Через 40 мс после начала воспроизведения аварийного процесса генератор через промежуточные реле подает сигнал пуска ОМП, имитируя сигнал от релейной защиты. По окончании аварийного процесса начинается воспроизведение сигнала послеаварийного процесса длительностью 100 мс. При испытаниях производилась оценка погрешности определения времени контроля фронта волны с помощью лабораторной установки (рисунок). Испытания проводились в отдельности по напряжениям и токам. Генераторы синхронизировались между собой и с всемирным координированным временем с помощью приемника сигналов СРНС. Данные лабораторные испытания проводились ПАО «ФСК ЕЭС» на действующих ВЛ 110 кВ Пугачи-Акбулак в 2009 г., а также на ВЛ 220 кВ Тамбовская-Давыдовская в 2012 г.



Лабораторная установка для испытания ОМП

Лабораторные испытания на установке показали, что суммарная погрешность определения времени появления волны не превышает 2 мкс. Это указывает на то, что волновой метод двусторонних измерений можно отнести к достаточно точным средствам ОМП.

Разновидности систем. Все применяемые ныне устройства по принципу действия подразделяются:

1. Фиксирующие аппараты, предназначенные для определения расстояния до места повреждения на ВЛ. Данные устройства фиксируют симметричные составляющие тока и напряжения нулевой последовательности на обоих концах контролируемой линии. Такой подход позволяет исключить влияние переходных сопротивлений без учёта режимов работы линий, примыкающих к аварийному участку сети.

Расчётное расстояние до места повреждения, как правило, определяет дежурный персонал на диспетчерских пунктах. Имея показания прибора, диспетчер при помощи аналитического, графического и графоаналитического методов определяет расстояние до места аварии.

Далее, определенное таким образом расстояние, передаётся ремонтному персоналу соответствующего предприятия сетей, которое занимается непосредственным обслуживанием воздушных линий электропередач, для организации обхода, осмотра и последующего ремонта неисправных элементов сети. Основные разновидности подобных устройств с запоминающим конденсатором: ЛИФП, ФИП, МФИ, ФИС.

2. Аппараты для определения участков сети, повреждаемых при коротких замыканиях. Данные устройства автоматически контролируют и фиксируют электрические величины промышленной частоты в период аварийных режимов. Использование таких устройств позволяет очень точно определить участки и опоры ВЛ с повреждённой изоляцией.

В свою очередь, данные устройства подразделяются на следующие подвиды:

Указатели участков ВЛ с повреждённой изоляцией, которые производят контроль следующих параметров аварийных режимов в заданных точках сети: снижение напряжения, увеличение тока, направление мощности в месте аварии.

Указатели опор с повреждёнными изоляторами, контролирующие прохождение тока по элементам опоры, выполненным из металла.

Указатели гирлянд, имеющих повреждённую изоляцию, ведущие контроль над гирляндами, которые были перекрыты действием электрической дуги.

Устройства переносного типа для определения мест замыканий на землю в сетях, работающих в режиме компенсации ёмкостных токов. В данном случае с помощью датчиков напряжения и тока происходит контроль процессов в сетях при замыканиях на землю.

Такого рода сети 6-35 кВ отличаются малым значением токов замыкания на землю, которые порой могут быть в несколько раз меньше токов нагрузки. В данном случае довольно широкое применение получили *приборы переносного типа*, позволяющие при малых токах замыкания на землю точно определить место повреждения. К таким устройствам относят приборы «Поиск-1», «ЗОНД», «Волна». Они способны достаточно точно определить место повреждения по токам нулевой последовательности, протекающим в момент замыкания на землю, путём измерения магнитного поля возле линии при помощи специальных датчиков, которые представляют собой катушку индуктивности с разомкнутым ферромагнитным сердечником.

Использование подобных современных средств ОМП позволяет достичь следующих результатов:

- значительно улучшить технико-экономические показатели электроснабжения наиболее ответственных потребителей;
- повысить надёжность работы сетей;
- сократить недоотпуск электроэнергии;
- существенно сократить затраты труда на поиск мест повреждений.

Стоит отметить, что и сегодня производители таких устройств не останавливаются на достигнутом результате и постепенно уходят от применения электромеханических устройств. В настоящее время наметилась твердая тенденция использования электронных устройств, позволяющих ещё более точно определять место повреждения на воздушных линиях электропередач.

Список использованной литературы

1. Подшивалин А.Н., Исмуков Г.Н., Жарков А.В. Опыт применения системы ОМП исследовательского центра «Бреслер» // Релейная защита и автоматика энергосистем: матер. XXI Всероссийской науч.-практ. конф. М., 2012. С 303-309.

2. Владивосток [Электронный ресурс] // <http://rza001.ru/komarov/63-ustrojstva-dlya-opredeleniya-mest-povrezhdenij-na-vozdushnykh-liniyakh-elektroperedachi> (дата обращения 15.11.17).

3. Владивосток [Электронный ресурс] // <http://energy-ua.com/elektricheskie-p/opredelenie-mest.html> (дата обращения 15.11.17).

4. Владивосток [Электронный ресурс] // <http://www.энергия-единой-сети.пф/archive/37/336/> (дата обращения 15.11.17).

T.V. Politov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

IDENTIFICATION OF DAMAGED POWER LINES USING MODERN TECHNOLOGIES

Rapid identification of damaged power lines with modern instruments.

Сведения об авторе: Политов Тарас Васильевич, ЭНп-312, e-mail: politov.taras@gmail.com

Н.Е. Примак
 Научный руководитель – В.Я. Молочков, канд. техн. наук, доцент
 ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

МАТРИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рассматриваются особенности схемотехники современных способов создания преобразователей частоты для судового электропривода переменного тока.

Полупроводниковые преобразователи частоты находят широкое применение для электропривода асинхронных двигателей. В обычном преобразователе частоты входное переменное напряжение с помощью выпрямителя (диодного моста) преобразуется в напряжение постоянного тока, питающее, в свою очередь, выходной инверторный мост. А последний уже формирует выходной сигнал переменного тока требуемой частоты, подаваемый на двигатель. Эта схема имеет целый ряд недостатков:

- мостовые выпрямители переменного тока передают высокий уровень гармоник обратно в источник питания (сеть), а также имеют низкий коэффициент мощности;
- звено постоянного тока между выпрямителем и инвертором требует применения громоздких и ненадежных электролитических конденсаторов;
- в обычных конструкциях преобразователей частоты рекуперации невозможен, т.е. электроэнергия идет на бесполезный нагрев окружающего воздуха.

Технология матричного преобразователя позволяет решить все эти проблемы – регулировать частоту с большой точностью и рекуперировать электроэнергию с сеть при торможении.

Электрическая силовая схема проста: три фазы питания подключаются к двигателю посредством матрицы полупроводниковых двунаправленных переключателей к каждой фазе двигателя через силовые полупроводниковые ключи (рис. 1). Силовые ключи подключены так, что энергия может как подводиться к двигателю, так и отводиться обратно в сеть при торможении и рекуперации.

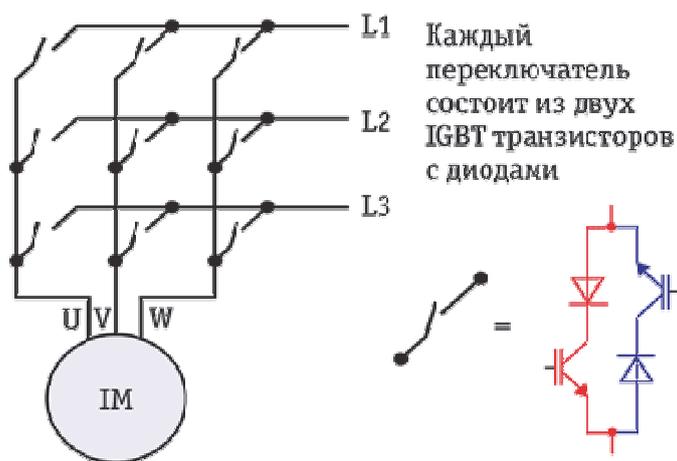


Рис. 1. Структурная схема матричного преобразователя

Преобразование частоты осуществляется сложной коммутацией ключей каждой фазы ко всем трем фазам. Закономерность коммутации ключей имеет сложную матричную зависимость, которая может быть реализована только с помощью ЭВМ или микропроцессорных регуляторов. Кроме того, для коммутации требуются мощные силовые быстродействующие полупроводниковые ключи.

Матричный преобразователь принадлежит к группе преобразователей частоты с непосредственной связью (без промежуточного звена постоянного тока), или НПЧ. Исторически первыми появились именно НПЧ, но из-за несовершенства цифровой и силовой электроники того времени использовать их можно было крайне ограниченно. В настоящее время благодаря применению последнего поколения биполярного транзистора с изолированным затвором (IGBT) НПЧ и микропроцессорных регуляторов они обрели новую жизнь. Основные достоинства матричных преобразователей частоты и те преимущества, которые они дают:

- возможность рекуперации энергии без помощи дополнительных устройств;
- НПЧ могут работать с большими напряжениями/токами, что наиболее важно в мощных приводах на среднее напряжение;
- более высокие динамические характеристики, включая реакцию на скачок напряжения и ударную нагрузку;
- высокие значения КПД (98 %) и коэффициента мощности (0,95). Это означает, что даже без использования режима рекуперации матричные преобразователи частоты обеспечивают большую экономию, чем обычные;
- значительное снижение входных гармонических искажений. При использовании обычного преобразователя частоты возникают два типичных пика тока в фазе на выпрямителе от шины постоянного тока. Эти пики приводят к гармоническим искажениям входного тока, достигающим порядка 80 %. Ток матричного преобразователя почти синусоидальный и во время работы (под нагрузкой) почти совпадает с фазой напряжения. Во время регенерации ток сдвинут на 180°, но имеет синусоидальную форму. Это приводит к гармоническим искажениям только на 8 %;
- так как в обычном преобразователе частоты инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное, то оно формируется шириной импульсов с последующей приближительной грубой аппроксимацией синусоида, что пагубно влияет как на приводной двигатель, так и на окружающих потребителей электроэнергии и тем самым ухудшает сигнал передачи. В матричном преобразователе формируется непосредственно синусоида, вследствие чего улучшается чистота выходного сигнала, а это повышает срок службы двигателя и позволяет увеличить расстояние между ним и преобразователем частоты без использования дополнительных выходных фильтров.

На рис. 2 приведены все составляющие электропривода с НПЧ в режиме работы и торможения.

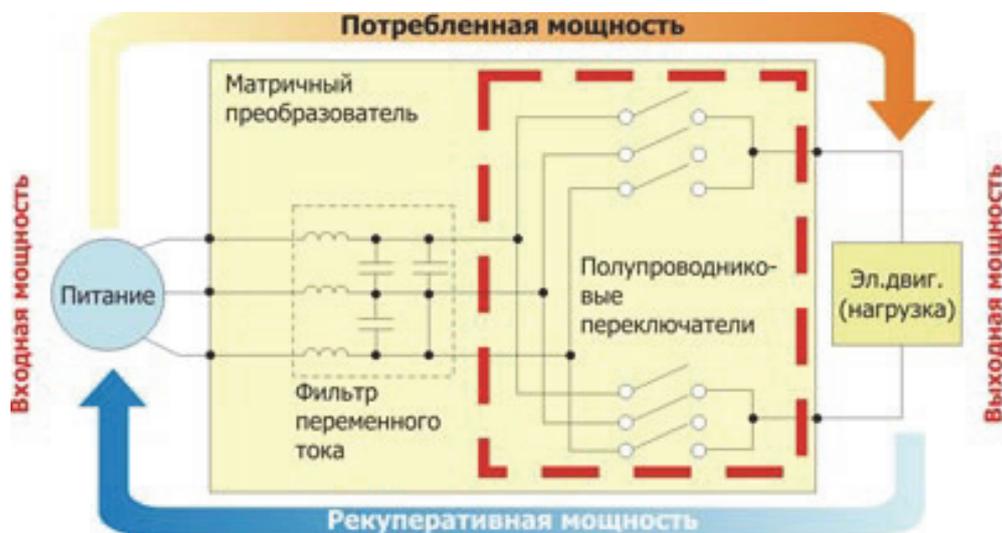


Рис. 2. Все составляющие электропривода с НПЧ

Список использованной литературы

1. Сидоров С.Н. Матричный преобразователь частоты – объект скалярного управления // Силовая электроника. 2009. № 3. С. 6.
2. Кузькин В.И., Милешкин В.Н., Мясищев С.В. и др. Высоковольтный преобразователь частоты для питания асинхронных двигателей // Электротехника. 2004. № 10. С. 19-24.
3. Высоковольтные преобразователи частоты серии ВПЧА: каталог ОАО «Электро-выпрямитель». Саранск, 2008.

N.E. Primak
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

MATRIX FREQUENCY CONVERTER FOR ELECTRIC DRIVE OF ASYNCHRONOUS MOTORS

In the article features of circuit technology of modern ways of creation of frequency converters for the ship electric drive of an alternating current are considered.

Сведения об авторе: Примак Никита Евгеньевич, ЭМс-412.

УДК 658.7

Д.А. Дудко
Научный руководитель – А.И. Скадынь, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ И ТЕРМИНАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ГРУЗОВ SOFTCARGO

Освещается транспортно-логистическая система: оптимизация процессов управления логистическими товародвижениями, снижения логистических затрат по всему пути логистических процессов, организации гибкого функционирования транспортно-логистической системы, способной воспринимать достижения научно-технического прогресса.

Система управления грузовыми перевозками и терминальной обработки грузов SoftCargo

Что дает использование системы?

Значительно увеличить объемы перевозки и обработки грузов.

За счет:

- возможности размещать в системе ресурсы любых перевозчиков авиа, авто, ж/д;
- возможности управлять загрузкой емкостей (определять очередность отправки грузов и оперативно корректировать грузовую вакансию на каждом рейсе).

Обеспечивать максимально эффективное прохождение трансферных грузов.

За счет:

- заблаговременного и оперативного получения информации об объемах трансферных грузов;
- возможности регулирования и контроля сроков отправки трансферных грузов;
- возможности построения собственных трансферных схем доставки с использованием альтернативных транспортных ресурсов (авто, ж/д).

Оперативно, в режиме online контролировать состояние склада.

Функциональные возможности

Функции грузового терминала:

- прием груза на склад с помещением на места хранения;
- складские функции (размещение на местах хранения, перемещение и др.);
- комплектация грузов на рейс;
- формирование почтово-грузовой ведомости (ПГВ);
- регистрация отправки и прибытия рейсов;
- информирование клиентов и выдача груза;
- оплата услуг терминала;
- учет средств пакетирования.

Агентские функции:

- бронирование грузов на рейсах;
- оформление заявок грузоотправителей;
- оформление грузовой авианакладной.

Дополнительные возможности:

- формирование произвольной складской структуры;
- ведение различных справочников;
- импорт расписания и автоматическое создание рейсов;
- возможность создания рейсов в ручном режиме;

- формирование различных отчетов на базе оперативных и статистических данных;
- отправка сообщений по указанным адресам;
- ведение взаиморасчетов с клиентами и агентами;
- возможность интеграции с другими системами и обмен данными через Internet.

Особенности системы:

- автоматическое управление процессами. Автоматическое планирование заданий и изменение статуса процессов;
- контроль выполнения заданий. Возможность просматривать список запланированных заданий и контролировать срок исполнения задания, запланированного каждому сотруднику. Задания, не исполненные в установленный срок, отмечены специальным значком;
- историческая хроника. Регистрация всех выполненных в системе операций. Возможность просмотра списка всех событий;
- навигация по объектам и по истории. Возможность переходить по ссылкам от одного объекта к другому, возможность посмотреть, как менялся объект во времени (от события к событию);
- автоматизированные рабочие места. Возможность настроить рабочее место для каждой категории сотрудников таким образом, чтобы им было удобно выполнять свои технологические операции.

Технология работы. Прием груза. Основные технологические функции по оформлению и приемке груза на склад (рис. 1):

1. Оформление заявки грузоотправителя

Создается электронная заявка, в которой указываются:

- сведения об отправителе, получателе;
- маршрут перевозки;
- предварительные данные по грузу.

2. Сдача груза на склад. Приемка груза:

- по результатам приемки в электронной заявке регистрируются фактические данные по грузу – количество мест, вес, габариты, объем.

Помещение на место хранения. В электронной заявке указывается место хранения, распечатывается поручение на помещение, регистрируются данные о помещении груза на склад.

3. Оплата услуг терминала

Производится оплата услуг терминала, регистрируется факт оплаты в системе, и ставится отметка на грузовой накладной.



Рис. 1. Основные технологические функции по оформлению и приемке груза на склад терминала

Технология работы. Отправка рейса. Основные технологические функции по отправке рейса (рис. 2):

1. Документальная комплектация рейса

Определяется очередность загрузки рейса, формируется и печатается почтово-грузовая ведомость (ПГВ).

2. Физическая комплектация

Формируется и печатается поручение на вывоз груза в зону комплектации.

3. Отправка рейса

Регистрируются данные по отправке рейса.



Рис. 2. Основные технологические функции по отправке рейса

Технология работы. Прибытие рейса. Основные технологические функции по обработке прибывшего рейса (рис. 3):

1. Документальная приемка прибывшего рейса

Регистрируются сводные данные по прибывшему рейсу – общее количество накладных, количество мест, общий вес.

2. Приемка груза на склад

Регистрируются данные приемки прибывшего груза и расхождения. Регистрируются данные о месте размещения груза на складе.

3. Информирование клиента о прибытии груза

Регистрируются дата и время информирования клиента. Есть возможность автоматически отправлять клиенту сообщение о прибытии груза.

4. Оплата услуг терминала

Регистрируется факт оплаты услуг терминала – сумма и форма оплаты.

5. Выдача груза

Груз списывается со склада. Заявка закрывается и попадает в архив.

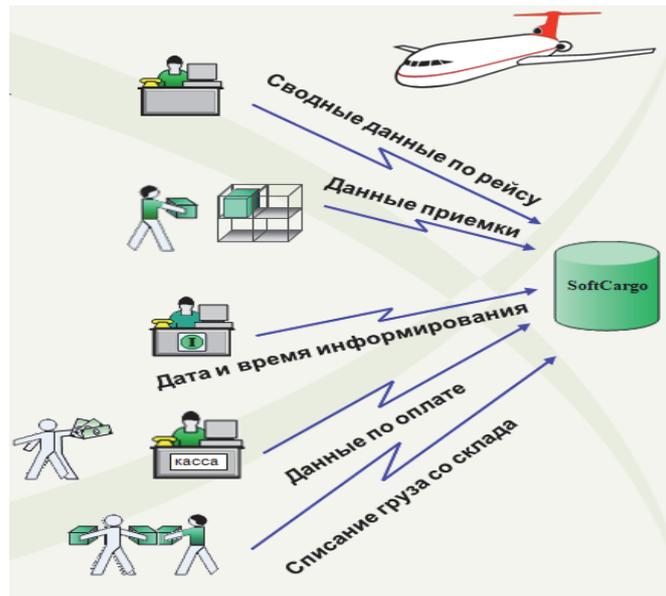


Рис. 3. Основные технологические функции по обработке прибывшего рейса

Складские функции



Рис. 4. Моделирование структуры склада

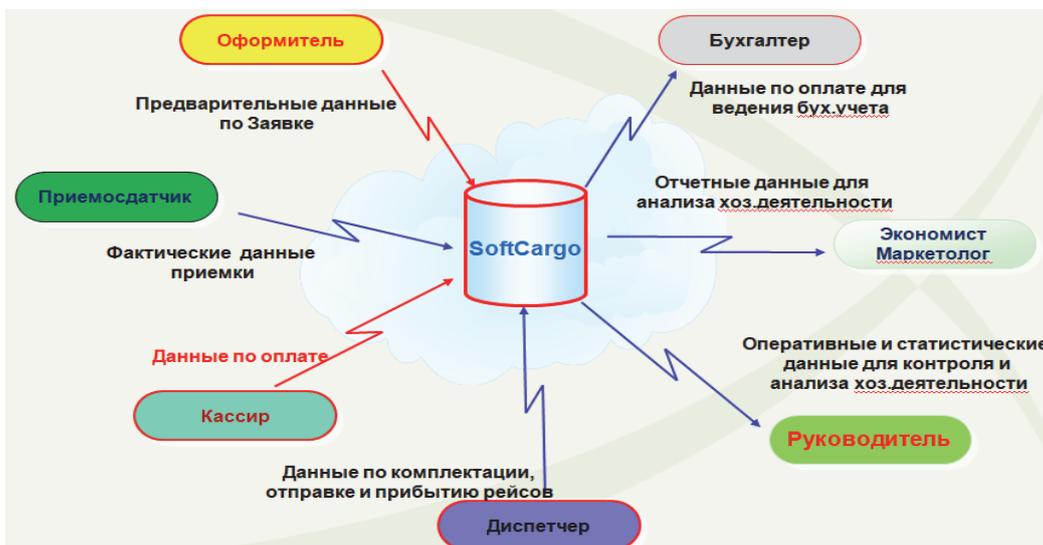


Рис. 5. Единое информационное пространство

Два режима работы. Работа в локальном режиме

При работе в локальном режиме (рис. 6) все данные хранятся на локальном сервере терминала.

Существует механизм обмена данными с системой бронирования АСБ «SoftCargo», используемой агентами для бронирования и продажи перевозок.

Реализованы протоколы обмена данными с другими системами терминалов в формате XML.

Работа в глобальной сети SoftCargo (рис. 7)

При работе в глобальной сети:

Все участники системы объединены в единое информационное пространство.

Данные всех участников системы (авиакомпаний, агентств, терминалов) хранятся в единой базе данных. Это позволяет всем участникам системы пользоваться единой справочной информацией и не тратить время на ее заведение и поддержание в актуальном состоянии.

При этом система гарантирует пользователям полную конфиденциальность «личной» информации.



Рис. 6. Работа в локальном режиме

Дополнительные возможности для терминала:

Возможность выполнять в системе агентские функции (бронировать емкости, оформлять продажи, управлять очередностью отправки груза и др.), т.е. в режиме работы в глобальной системе, терминал имеет возможность использовать все функции, доступные агентствам и авиакомпаниям.

Возможность мгновенно получать актуальную информацию. Например, если авиакомпания производит замену воздушного судна или в аэропорту вылета скомплектован рейс, который должен прибыть в аэропорт трансфера, то эта информация сразу же становится доступна терминалу.



Рис. 7. Работа в глобальной сети SoftCargo

Порядок внедрения

Индивидуальный подход при внедрении системы:

- исследование бизнес-процессов;
- распределение между сотрудниками функций управления процессами (настройка автоматизированных рабочих мест);
- обучение сотрудников работе в системе;
- возможность поэтапного внедрения бизнес-процессов;
- возможность доработки системы с учетом индивидуальных особенностей деятельности заказчика.

Привлекательность системы

Для руководства:

- широкие возможности мониторинга всех бизнес-процессов в режиме реального времени;
- сокращение времени на принятие решений за счет получения оперативной информации от всех служб;
- выдача распоряжений и контроль их выполнения в режиме online;
- анализ и разрешение проблемных и конфликтных ситуаций на основании исторических данных;
- принятие стратегических решений развития на основании статистической информации;
- повышение эффективности использования ресурсов.

Для служб:

- повышение производительности работы подразделений за счет построения эффективной системы обмена информацией;
- повышение эффективности работы за счет индивидуальной настройки автоматизированных рабочих мест;
- сокращение времени на заведение информации за счет системы обмена данными с другими внешними системами.

Список использованной литературы

1. Волгин В.В. Логистика приемки и отгрузки товаров: практ. пособие. М.: Дашков и К°, 2009. 457 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: учебник. М.: Дашков и К°, 2011. 481 с.
3. Голубчик А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление. М.: ТрансЛит, 2011. 317 с.
4. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 659 с.
5. Еловой И.А., Лебедева И.А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: теория, методология, организация. Минск: Право и экономика, 2011. 460 с.

D.A. Dudko

Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

CONTROL SYSTEM FOR FREIGHT AND TERMINAL HANDLING SOFTCARGO

The article is sanctified by the transport and logistics system. The article is devoted to the optimization of management of logistic movement, reduce logistics costs around the way of logistics processes, organization flexible functioning transport and logistics system, capable to accept the achievements of scientific and technological progress.

Сведения об авторе: Дудко Диана Александровна, ЭТп-412.

А.В. Кащеев

Научный руководитель – Г.П. Старкова, доктор техн. наук, доцент

ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ И ТЕРМИНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Освещается инновационная деятельность и ее направления на автомобильном транспорте. Представлены современные этапы развития предпринимательства на автомобильном транспорте, необходимость осуществления инвестиционных проектов по реализации перспективных инновационных разработок.

В современных цепях поставок доставка основной массы грузов осуществляется через систему транспортных терминалов, где происходит укрупнение или разбиение грузовых партий, временное хранение грузов, перевалка грузовых единиц между различными транспортными средствами или разными видами транспорта. На некоторых терминальных объектах выполняются операции с товарами, создающие добавленную стоимость.

Терминалы возникли первоначально на водном и железнодорожном транспорте, которые объективно нуждаются в промежуточной перевалке грузов для их доставки конечному потребителю. В портах и на железнодорожных станциях выделялись специально оборудованные площадки и склады для приема грузов к перевозке, их хранения, подгруппировки, выдачи получателям, а также для погрузки и разгрузки гужевого и автомобильного транспорта, которые осуществляли подвоз и развоз грузов.

Терминалами называются размещенные на транспортной сети объекты, посредством которых пользователи получают доступ к услугам транспортной системы.

С развитием грузовой авиации специализированные грузовые терминалы стали сооружаться и на территории аэропортов.

Автомобильный транспорт изначально работал по схеме «от двери до двери», что считалось одним из его преимуществ. Однако увеличение грузоподъемности автомобилей потребовало создания терминалов для подгруппировки мелких партий груза. С течением времени они превратились в многопрофильные логистические объекты, играющие важную роль в логистике.

Развитие смешанных перевозок обусловило возникновение интермодальных терминалов, которые обеспечивают стыковку сетей различных видов транспорта и позволяют изменять вид транспорта и маршрут перевозки в зависимости от рыночной конъюнктуры.

Пользователями услуг терминалов являются не только грузоотправители или грузополучатели, но также транспортные операторы, экспедиторы, другие участники логистической деятельности. На терминалах они получают доступ к услугам других компаний, с которыми они взаимодействуют в перевозочном процессе, а также к услугам по погрузке и выгрузке транспортных средств, по накоплению и кратковременному хранению грузов, мелкому ремонту транспортного оборудования и т.д.

Транспортные терминалы не предназначены для длительного хранения товаров, однако в современных цепях поставок они часто конструктивно объединяются с такими складами и управляются одним оператором, обычно 3PL-провайдером. Таким образом, транспортные терминалы интегрируются в систему товарораспределения.

20–30 лет назад транспортные терминалы были, прежде всего, транспортно-технологическими объектами и обеспечивали повышение эффективности транспортных систем. Современное понимание роли и потенциальных возможностей транспортных терминалов связано, прежде всего, с повышением эффективности товародвижения в цепях поставок.

Терминалы становятся порталами для выхода на региональные рынки, они обеспечивают доступ к многообразным логистическим услугам. Перевалка грузов сопровождается дополнительными операциями с товарами.

Развитая сеть взаимосвязанных интермодальных терминалов, которые становятся своеобразными полюсами притяжения товарных потоков, обеспечивает гибкость при формировании цепей поставок и позволяет создавать управляемые запасы товаров в движении (floating stock), сокращая потребность в «статичных» складских запасах. Терминалы, размещенные в развитых экономических зонах и транспортных узлах, интегрируются с объектами складского, экспедиторского, таможенного бизнеса в составе логистических центров.



Рис. 1. Транспортный терминал

Изменение роли терминалов и их интеграция в цепи поставок стали предпосылкой обособления терминального бизнеса в самостоятельный вид деятельности. Изначально терминалы создавали и эксплуатировали перевозчики различных видов транспорта, но в настоящее время на рынке действует все больше крупных компаний, которые занимаются исключительно развитием и эксплуатацией терминалов. В акционерной структуре компании-криминального оператора могут быть представлены предприятия различного профиля, заинтересованные в развитии услуг, связанных с терминалами данного типа.

Применение логистических методов связывает в единую систему весь производственный цикл от момента добычи сырья до утилизации отходов. Товародвижение осуществляется чаще всего с участием нескольких видов транспорта. В этом случае важную роль играют терминальные системы доставки грузов, развитие которых связано с применением интермодальных перевозок и контейнеризацией.

В роли организаторов терминальных перевозок выступают, как правило, транспортно-экспедиционные фирмы, операторы различных видов транспорта, мультимодальные объединения, использующие терминалы и терминальные комплексы для различных способов перевозки.

Терминальное предприятие – самостоятельный хозяйствующий объект многоцелевого назначения, созданный для оказания складских и транспортно-экспедиционных услуг, на основе формирования единого организационно-экономического, финансового, информационного, кадрового и нормативно-правового обеспечения. Могут создаваться и действовать терминалы, основанные на государственной, муниципальной и смешанной формах собственности, а также как акционерные общества.



Рис. 2. Транспортно-логистический терминал

Транспортный терминал представляет собой комплекс инженерно-технических сооружений, организационно взаимосвязанных и предназначенных для выполнения логистических операций, а также комплекса услуг экспедиционного сервиса и требований к грузу коммерческого и административного характера (таможенная очистка, санитарно-карантинный контроль, страхование и др.).

Важной чертой современных терминалов можно назвать не только использование передовой технологии, но и информирование клиента о его грузе. Кроме того, они играют роль крупных грузораспределительных центров, превращаясь во все более важные звенья логистических цепей производителей.

При разработке схемы доставки большое значение приобретают пункты перегруза, в которых выполняются перевалочные операции с одного вида транспорта на другой, производятся рассортировка грузовых партий и другие операции, связанные с транспортировкой и складскими работами.

В таких пунктах организуются специальные комплексы инженерно-технических сооружений, предназначенных для взаимодействия разных видов транспорта и выполнения таких, как прием, накопление, погрузка, разгрузка, временное хранение, сортировка грузов, комплектация и разукрупнение отправок. Такие комплексы получили название терминалов. На терминалах, помимо складских операций и грузопереработки, выполняется коммерческое и информационное обслуживание грузополучателей, экспедиторов, перевозчиков и других логистических посредников.

Терминалы, предназначенные для обслуживания широкой номенклатуры грузов, называются универсальными, а терминалы, на которых осуществляют переработку груза какого-то одного вида, – специализированными.

Система доставки, организуемая через терминалы, получила название терминальной, схема терминальной система приведена на рис. 3.



Рис. 3. Современный транспортный терминал

Одним из главных показателей эффективности доставки грузов с использованием терминалов является обеспечение высокой скорости доставки в сочетании с высокой производительностью подвижного состава. Так, разветвленная терминальная система позволяет осуществлять международные перевозки по территории Западной и Центральной Европы с гарантией доставки в течение 24–48 ч. Производительность подвижного состава в терминальных системах возрастает на 40–60 %, себестоимость перевозки снижается на 25–30 %.



Рис. 4. Схема терминальной перевозки:
1 – таможенная очистка груза; 2 – разгрузка; 3 – сортировка (полгруппировка);
4 – хранение груза; 5 – погрузка; 6 – линейная перевозка

Столь высокая эффективность работы терминальных систем определяется интегрированием большого числа логистических функций и операций и соблюдением технологической целостности процесса доставки. Технология доставки грузов через терминалы включает предварительную подготовку груза и необходимых для него документов, широкое использование парка оборотных контейнеров, поддонов, укрупнение грузопотоков, формирование информационных систем электронного документооборота, телекоммуникационных систем слежения за грузами в процессе движения и многое другое.

Стандартная схема технологического цикла грузового терминала представлена на рис. 5.



Рис. 5. Схема технологического цикла грузового терминала

Терминальная система, кроме терминалов, на которых выполняется грузопереработка и складские операции, включает подсистемы подвоза (сбора) и развоза грузов, а также подсистему терминальных перевозок. Сбор грузов на терминал и развозка грузов из терминала выполняется, как правило, автомобилями малой и средней грузоподъемности. В магистральных перевозках задействованы все виды транспорта. Автомобильный транспорт в подсистеме магистральных перевозок представлен автомобилями большой грузоподъемности, автопоездами с прицепами и полуприцепами.

Одной из важных логистических процедур транспортировка грузов является выбор терминала или терминальной системы. Для этого важно знать расположение терминалов по предполагаемому маршруту доставки, специализацию, мощность терминалов, а также уметь оценивать надежность выбранных объектов, качество выполняемых операций и другие параметры работы терминалов

Список использованной литературы

1. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 659 с.
2. Еловой И.А., Лебедева И.А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: теория, методология, организация. Минск: Право и экономика, 2011. 460 с.
3. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Логистика. Продвинутый курс: для студентов экономических специальностей высших учебных заведений. М.: Юрайт, 2011. 734 с.
4. Дыбская В.В. Логистика: интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок. М.: Эксмо, 2008. 939 с.
5. Дыбская В.В. Логистика складирования. М.: Инфра-М, 2012. 557 с.

A.V. Kashcheev
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

TRANSPORT TERMINALS AND TERMINAL TRANSPORTATION TECHNOLOGIE

The article is sanctified innovation and trends in road transport. The article is devoted to the modern stage of development of entrepreneurship in road transport is the need of the implementation of investment projects for the implementation of promising innovative developments.

Сведения об авторе: Кашеев Артем Викторович, ЭТп-312.

УДК 656.073(075.8)

М.Р. Конева
Научный руководитель – С.В. Старков, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ТЕРМИНАЛА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКОЙ КОМПАНИИ

Освещается организация работы терминала транспортно-экспедиторской компании: основные операции универсальных терминалов, технологический процесс терминальной транспортировки, технологии международных терминальных перевозок.

Ключевая роль транспортировки в логистике объясняется не только большим удельным весом транспортных расходов в общем составе логистических издержек, но и тем, что без транспортировки невозможно само существование материального потока. Зачастую транспортный сервис, дополненный операциями грузопереработки, например на грузовых терминалах, включает подавляющее большинство логистических активностей для внешних и интегрированных ЛС.

Роль транспортировки настолько велика, что круг вопросов, относящийся к этой ключевой комплексной логистической активности, выделен в предмет изучения специальной дисциплины – транспортной. Согласно классификации ЛС можно выделить внешнюю (в логистических каналах снабжения – сбыта) и внутреннюю (внутрипроизводственную, технологическую) транспортировку.

Современное понятие транспортировки грузов в нашей стране существенно изменилось с развитием рыночных отношений от отрасли, приравненной к промышленным отраслям экономики, до сферы услуг – транспортного сервиса. С позиций потребителя транспортный сервис должен обеспечить доставку груза (МР, ГП) обусловленного качества в заданное место и время с минимальными затратами.

Поэтому потребители транспортных услуг выбирают такие виды транспорта и способы транспортировки, которые обеспечивали бы наилучшее качество логистического сервиса.

Терминальные перевозки. Перевозка грузов, организуемая и осуществляемая через терминалы, называется терминальной перевозкой. Значение этого вида транспортировки в современных микро- и макрологистических системах чрезвычайно возросло, что предопределено, прежде всего, интегрированием в нем большого числа логистических активностей.



Рис. 1. Терминальная технология транспортировки

Терминальные перевозки возникли за рубежом, прежде всего в смешанных системах доставки грузов в междугородном и международном сообщениях: в крупных морских портах, транспортных узлах, а затем в грузообразующих сухопутных районах Западной Европы и Северной Америки. В роли организаторов терминальных перевозок выступают, как правило, транспортно-экспедиционные фирмы или операторы различных видов транспорта, использующие универсальные или специализированные терминалы и терминальные комплексы для различных способов перевозок.



Рис. 2. Экспедирование грузов

Основными операциями универсальных терминалов являются:

- маркетинговые исследования рынка транспортно-логистического сервиса;
- сбор и развоз грузов;
- краткосрочное хранение;
- консолидация, разукрупнение, сортировка, комплектация и другие операции грузопереработки;
- межтерминальная перевозка и доставка грузов конечному потребителю;
- оформление договоров с клиентами, прием и обработка заявок;
- консолидация, разукрупнение, сортировка, комплектация и другие операции грузопереработки;
- информационно-компьютерная поддержка сервисных услуг терминала;
- расчеты за транспортно-логистические услуги.

Обычно крупный универсальный терминал имеет административное помещение, склад сортировки мелких отправок, склад длительного хранения грузов, склад для международных перевозок грузов с таможенным досмотром, склад для переработки скоропортящихся грузов, площадки для тяжеловесных, длинномерных грузов и контейнеров, комнаты отдыха водителей и площадку для стоянки автопоездов.

Специализированные терминалы осуществляют операции транспортно-логистического сервиса для определенного вида или ассортимента грузов, например скоропортящихся, продовольственных, медикаментов, бумаги и т.п.

Специализация грузовых терминалов позволяет лучше учесть требования клиентов к перевозке, хранению и переработке грузов, повысить эффективность логистического менеджмента и качество сервиса, снизить логистические издержки.

Большой опыт специализации грузовых терминалов накоплен в Японии и Франции.

Например, в Японии насчитывается около 2000 специализированных терминалов.

Технологический процесс терминальной транспортировки состоит из трех основных этапов:

- завоз грузов на терминал и развоз их с терминала;
- грузопереработка на терминале;
- линейная перевозка грузов между терминалами отправления и назначения.

Основными операциями универсальных терминалов являются:

- маркетинговые исследования рынка транспортно-логистического сервиса;
- оформление договоров с клиентами, прием и обработка заявок;
- сбор и развоз грузов;
- краткосрочное хранение;
- консолидация, разукрупнение, сортировка, комплектация и другие операции грузопереработки;
- межтерминальная перевозка и доставка грузов конечному потребителю;
- информационно-компьютерная поддержка сервисных услуг терминала;
- расчеты за транспортно-логистические услуги.

При размещении грузов на складах необходимо выбрать схемы расположения проездов, определить их ширину, установить систему расположения штабелей, стеллажей и порядок укладки грузов.

Правильное решение этих вопросов определяет оптимальное размещение грузов на складе, т.е. лучшее использование площадей склада, обеспечение необходимых условий производства приемочно-отпускных операций.

Размещение грузов на складе зависит от конкретных условий: номенклатуры грузов, их габаритных размеров, способов штабелирования или складирования и характеристик склада.

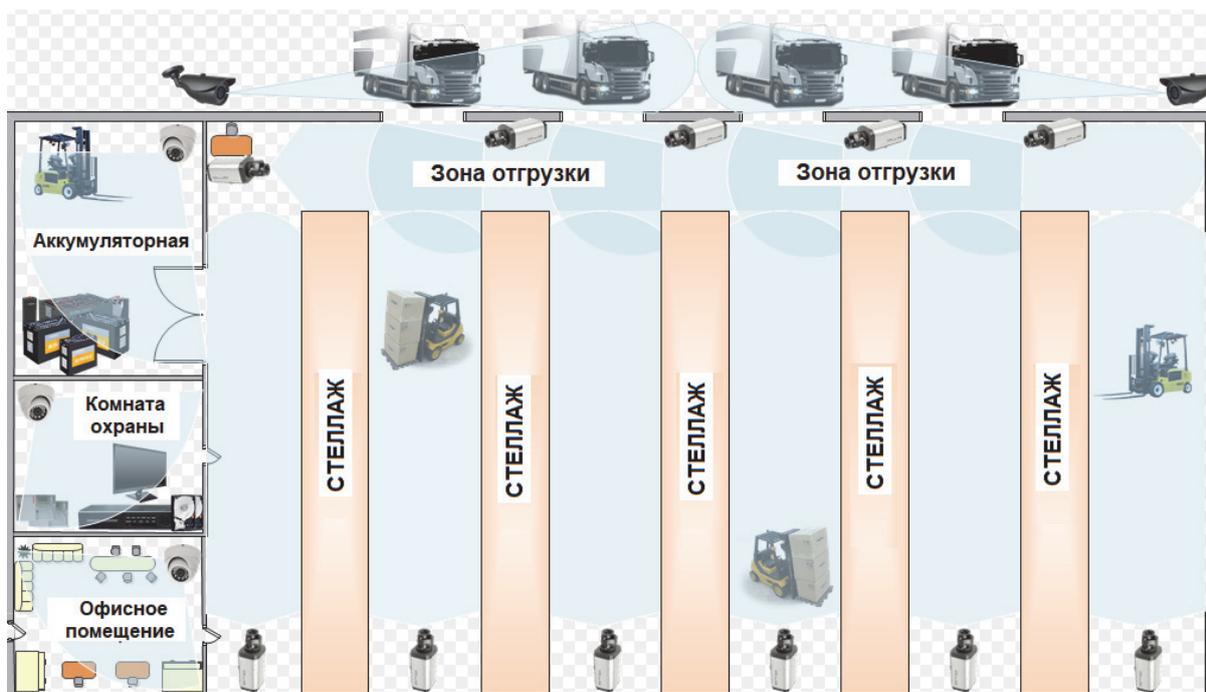


Рис. 3. Схема видеонаблюдения и отгрузки грузов на базах и складах терминалов



Рис. 4. Схема видеонаблюдения и отгрузки грузов на базах и складах терминалов

При размещении грузов на складе необходимо обеспечить:

- раздельное хранение грузов различной номенклатуры;
- каждый типоразмер должен иметь отдельную ячейку, стеллаж, штабель;
- удобство эксплуатации склада и свободное перемещение грузов в соответствии с технологическим процессом;
- максимально возможное использование площади и кубатуры склада;
- возможность приема, хранения и отпуска грузов.

Грузы на складе терминала размещаются с учетом обеспечения полной их сохранности во время хранения, рационального использования емкости и площади склада, максимальных устройств выполнения операций по приему, выдаче, по группировке и учету грузов, максимального использования погрузо-разгрузочных механизмов и сокращения подвижного состава под погрузкой и разгрузкой.

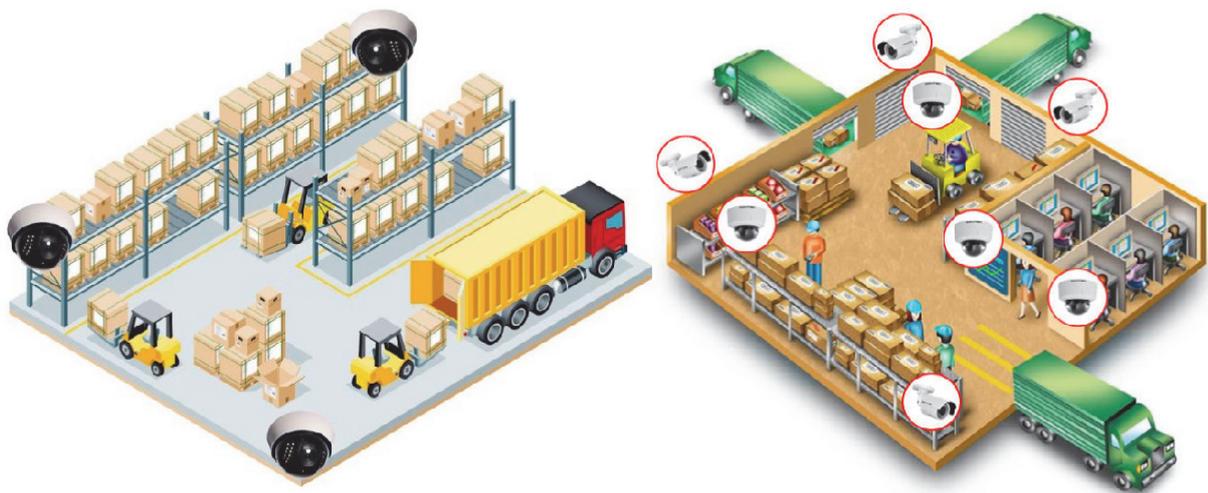


Рис. 5. Схема видеонаблюдения и отгрузки грузов на базах и складах терминалов



Рис. 6. Схема работы отделения склада терминала

Для своевременной доставки мелких отправок и рационального использования складских помещений завезенные мелкопартионные грузы должны быть в кратчайший срок отправлены грузополучателю.

Международные терминальные перевозки включают следующие технологии:

- завоз, вывоз и переработку грузов на терминалах (погрузка, разгрузка, подсортировка, хранение и др.);
- таможенную обработку груза;
- магистральную перевозку.

На терминал, предназначенный для международных перевозок, могут приниматься любые грузы, не запрещенные к ввозу либо вывозу.

До передачи грузов и транспортных средств на терминал всю ответственность за эти грузы и транспортные средства, включая уплату таможенных платежей, несет перевозчик.

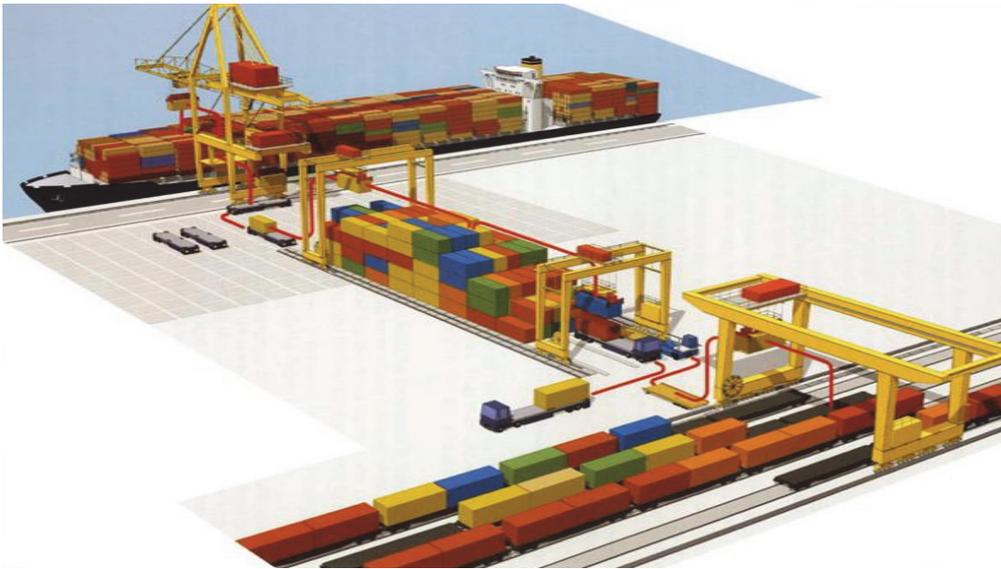


Рис. 7. Схема размещения на контейнерной площадке универсальных автомобильных и специализированных контейнеров



Рис. 8. Крупный универсальный терминал

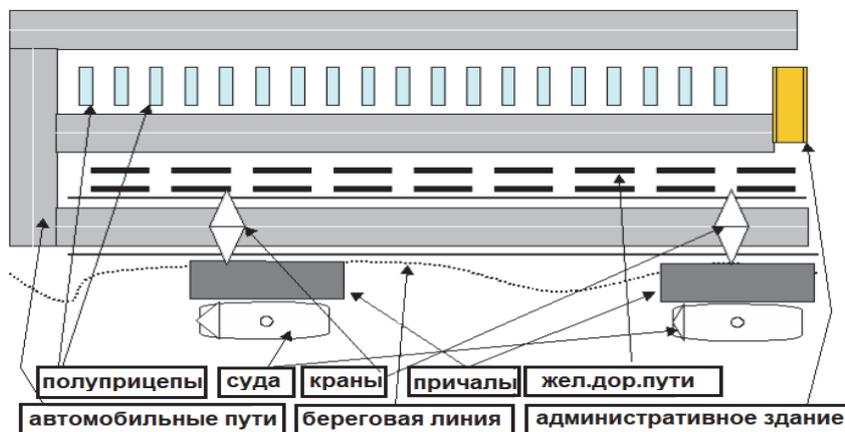


Рис. 9. Схема морского терминала

Грузы и транспортные средства, находящиеся на терминале, подлежат обязательному учету.

Список использованной литературы

1. Волгин В.В. Логистика приемки и отгрузки товаров: практ. пособие. М.: Дашков и К°, 2009. 457 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: учебник. М.: Дашков и К°, 2011. 481 с.
3. Голубчик А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление. М.: ТрансЛит, 2011. 317 с.
4. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 659 с.

M.R. Koneva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ORGANIZATION OF WORK OF THE TERMINAL OF THE FREIGHT FORWARDING COMPANY

In the article the organization of work of the terminal of the forwarding company is consecrated. Basic operations of universal terminals. The technological process of transportation terminal. Technologies of international terminal transportation.

Сведения об авторе: Конева Марина Романовна, ЭТп-412.

УДК 658.7

А.Д. Никишова
Научный руководитель – А.В. Старков, канд. техн. наук, доцент

СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ GPS, ГЛОНАСС, ОТСЛЕЖИВАНИЯ И МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТА, АВТОМОБИЛЕЙ

Описаны спутниковые системы слежения ГЛОНАСС и GPS, которые предоставляют возможность контролировать транспортные средства или другие объекты в режиме онлайн с применением спутниковой связи.

Спутниковые системы слежения предоставляют возможность контролировать транспортные средства или другие объекты в режиме онлайн с применением спутниковой связи. В странах СНГ чаще всего используют две наиболее распространённые системы GPS и ГЛОНАСС.

ГЛОНАСС является российской навигационной системой слежения, а GPS произведена в США. Принцип их действия схож, однако точность координат у GPS лучше, а ГЛОНАСС стабильно поддерживает сигнал из-за другого расположения его спутников.

Группа GPS-ГЛОНАСС широко используется для отслеживания частных автомобилей, транспорта предприятия, ценного груза при грузоперевозках, людей для их безопасности или контроля эффективности работников, деятельность которых не привязана к стационарному рабочему месту, различных животных.

GPS- и ГЛОНАСС-системы слежения за транспортом

В настоящее время в бизнесе активно используются транспортные средства для различных потребностей: от перевозки грузов и пассажиров до курьерской доставки.

Поэтому вполне закономерно желание владельцев бизнеса контролировать автопарк, чтобы уменьшить расходы.

Использование систем отслеживания также защитит от нечестных водителей. Контроллер или маяк даёт возможность видеть направление движения, скорость, объём ГСМ и время заправки или слива, соблюдение режима работы водителя и его отдыха.

Основными преимуществами систем контроля транспорта

За всеми автомобилями компании ведётся постоянный контроль высокой точности, поэтому несанкционированное их использование исключено.

Постоянное наличие информации о локализации груза, его сохранности, поскольку быстро можно проверить, происходило ли вскрытие грузового контейнера или нет.

Данные устройства позволяют наилучшим образом подбирать маршруты и организовывать работу транспорта более эффективно.

GPS и ГЛОНАСС помогут в стратегическом планировании развития бизнеса, снижении расходов на содержание автопарка до 40 % и увеличении прибыли.



Рис. 1. Системы слежения за транспортом

GPS- и ГЛОНАСС-системы слежения за автомобилями

Большая часть транспортных компаний пользуются системами мониторинга автомобилей, что позволяет снизить затраты на перевозки грузов, обслуживание транспорта, улучшить эффективность его работы.

Поскольку цена бензина и дизельного топлива постоянно поднимается, более чем актуальным становится отслеживание работы автопарка. В первую очередь это может предупредить возможный угон или бесосновательный пробег, лишние рейсы и расход топлива.



Рис. 2. Слежение за несколькими транспортными средствами с помощью системы ГЛОНАСС



Рис. 3. Мониторинг транспорта

Некоторые водители постоянно стараются слить часть топлива для дополнительного заработка. Устройство слежения за автомобилем на основе GPS и ГЛОНАСС поможет этого избежать. Вдобавок вы всегда узнаете, что автомобиль отделился от маршрута или поменял направление движения.

Слежение за машиной становится популярным не только среди коммерческих структур, но и обычных граждан. Уверенность в сохранности вашего авто обеспечит установка мониторинговой системы. В случае, если он будет угнан, система слежения ГЛОНАСС-GPS отыщет его за короткое время. Если кто-то воспользовался вашим автомобилем с вашего разрешения, то можете не переживать, потому что всегда сможете посмотреть его местонахождение.

GPS-системы контроля расхода топлива

Такие устройства являются просто незаменимыми, потому что расходы на горючее – практически основная составляющая затрат транспортной службы любого предприятия. Система контроля топлива на основе навигации ГЛОНАСС-GPS, обладающая погрешностью не более 1 %, позволяет лучше проследить затраты на ГСМ и показывает:

- действительный расход топлива;
- остатки горючего в настоящее время.

Возникновение дополнительных, незапланированных рейсов.

Объём горючего при заправке или его сливе, местоположение и время подобных действий.



Рис. 4. GPS-системы контроля расхода топлива



Рис. 5. GPS-системы контроля расхода топлива

Система «ГЛОНАССсофт» позволит:

- остатки топлива на начало и конец смены;
- исключать махинации с путевыми листами;
- выявлять заправки «мимо бака» и сливы топлива;
- уточнять нормы топлива и выявлять ТС с повышенным расходом.



Рис. 6. GPS-системы контроля расхода топлива

Обычные математические расчёты предполагаемого расхода топлива искажаются реальными ситуациями на дороге, потому что они не учитывают множества нюансов. А система отслеживания расходов топлива даёт корректные данные об использовании ГСМ, исходя из реального пробега автомобиля, поскольку учитывается каждая заправка или слив.

Норма расхода горючего, рассчитанная исходя из пробега автомобиля при учёте поправочных коэффициентов, – наиболее экономичный подход при использовании легкового и грузового транспорта. Так можно более точно контролировать его движение и расход ГСМ.

Список использованной литературы

1. Альбеков А.У., Федько В.П., Митько О.А. Логистика коммерции. Сер. «Учебники, учебные пособия». Ростов на/Д: Феникс, 2001. 512 с.
2. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика. Интегрированная цепь поставок. М.: Олимп-Бизнес, 2006. 640 с.
3. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, технологии, управление и логистика: учеб.-практ. пособие. М.: Проспект, 2005. 176 с.
4. Дэниел Л. Вордлоу, Дональд Ф. Вуд, Джеймс Джонсон, Поль Р. Мерфи. Современная логистика. М.: Вильямс, 2005. 624 с.
5. Миротин Л.Б. и др. Эффективность логистического управления: учебник. М.: Экзамен, 2004. 448 с.
6. Миротин Л.Б. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): учебник. М: Изд-во Экзамен, 2003. 445 с.

A.D. Nikishova

GPS, GLONASS TRACKING, VEHICLE TRACKING AND MONITORING SYSTEMS

The satellite tracking systems GLONASS and GPS are described, which provide the possibility to control vehicles or other objects online using satellite communication.

Сведения об авторе: Никишова Анастасия Дмитриевна, УТп-412.

УДК 658.7

К.А. Овсянникова

Научный руководитель – А.И. Скадынь, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ТРАНСПОРТИРОВКА КАК КЛЮЧЕВАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ЛОГИСТИКЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Освещается транспортировка как ключевая инновационная логическая функция в логистике предприятия. Логистика распределения. Функциональные области логистики.

Ключевые слова: логистика, снабжение, производство, транспортировка, управление, распределение, обслуживание, производственно-технологический цикл предприятия.

При формировании службы логистики в организации конструктивное значение имеет выделение функциональных областей, описанных ниже.

В отечественном логистическом менеджменте функциональными областями логистики принято считать:

- снабжение (закупки) материальных ресурсов и (или) готовой продукции;
- поддержку производства (в широком смысле – все логистические операции и функции, обеспечивающие производственно-технологический цикл предприятия);
- распределение (дистрибуция).

Выделение функциональных областей привело к появлению понятий: логистика снабжения (логистика закупок), производственная логистика, логистика распределения – и книг с соответствующими названиями в отечественной литературе.

В зарубежном логистическом менеджменте часто встречается термин «логистика на входе», относящийся к логистическим функциям в снабжении (закупках), и термин «логистика на выходе», ориентированный на интеграцию логистических функций и операций в распределении.

Но следует подчеркнуть, что среди ученых и специалистов нет единого подхода к выделению функциональных областей логистики.

Некоторые отечественные исследователи суживают эти области до отдельных функций, в связи с чем на полках книжных магазинов нередко можно встретить книги с названиями:

- *Таможенная логистика;*
- *Страховая логистика;*
- *Транспортная логистика;*
- *Складская логистика;*
- *Информационная логистика и т.п.*

Дело, конечно, не в названии, а в отсутствии иногда конструктивной идеи, причем само слово «логистика» добавлено в название книг зачастую из конъюнктурных соображений.

Если материальный поток в логистике от источника сырья до конечного потребителя, то он проходит несколько функциональных областей, деятельность которых характеризуется определенными задачами (рис. 1).

Во-первых, это область снабжения (обеспечения) производства готовой продукции, основной задачей которой является бесперебойное снабжение производства материально-техническими ресурсами.



Рис. 1. Выделение функциональных областей логистики предприятия

Во-вторых, это область производства готовой продукции, функцией которой является обеспечение функционирования производственного процесса.

В-третьих, это область распределения готовой продукции, основной функцией которой является бесперебойное обеспечение потребителей готовой продукцией при полном удовлетворении их спроса.

Таким образом, ЛС, начинающаяся от первичного поставщика сырья и материалов и заканчивающаяся конечным потребителем, охватывает три базисные функциональные области:

- **логистика снабжения** – область снабжения производства материальными ресурсами;

- **логистика производства** (или логистика обеспечения производственных процессов) – область обеспечения производственного процесса готовой продукции;

- **логистика распределения** – область распределения готовой продукции.

Однако такое деление не означает изолированного подхода к управлению потоками в каждой функциональной области логистики. Напротив, концепция интегрированной логистики основана на комплексном подходе, требует рассмотрения всех базовых областей в отношении оптимизации сквозных потоков, проходящих через них и работающих, в конечном счете, на потребителя. При этом каждая функциональная область логистики имеет свои локальные цели и задачи, которые вытекают из общей цели всей ЛС.

Логистика распределения охватывает многие функции:

- управление распределением материальных потоков при снабжении конечных потребителей;
- подготовку и поставку заказов в рамках функции управления заказами (логистическая составляющая);
- обслуживание клиентов посредством предоставления логистических услуг (логистический сервис);
- складирование и грузопереработку товарных запасов в сети распределения;
- транспортировку заказов потребителям;
- управление запасами в сети распределения;
- упаковку грузовой единицы в партии поставки;
- управление возвратом тары и дефектной продукции от потребителей.

Эффективность осуществления функций управления распределением, управления заказами и обслуживания клиентов напрямую связана с результативностью деятельности компании и зависит от согласованной деятельности всех отделов (служб, департаментов, подразделений) и особенно закупки, маркетинга, продаж, а в производственных компаниях и от производственного отдела (рис. 2).



Рис. 2. Функциональные области логистики

Согласованность действий по реализации логистических функций или логистических бизнес-процессов внутри компании является основой межфункциональной логистической координации в компании (организации бизнеса), позволяющей повысить эффективность и результативность функционирования фирмы в целом.

Обеспечение эффективного продвижения материальных потоков в сети распределения требует межорганизационной логистической координации, затрагивающей согласованность работы всех участников интегрированной ЛС (или цепи поставки).

В настоящее время сложилось три основных типа систем распределения (рис. 3).

Корпоративная система, в которой последовательные этапы производства и распределения объединены в рамках единоличного владения распределительной сетью.

Вертикальная система, когда один из членов сети распределения является владельцем остальных звеньев либо предоставляет им торговые привилегии или обладает возможностями для управления ими.

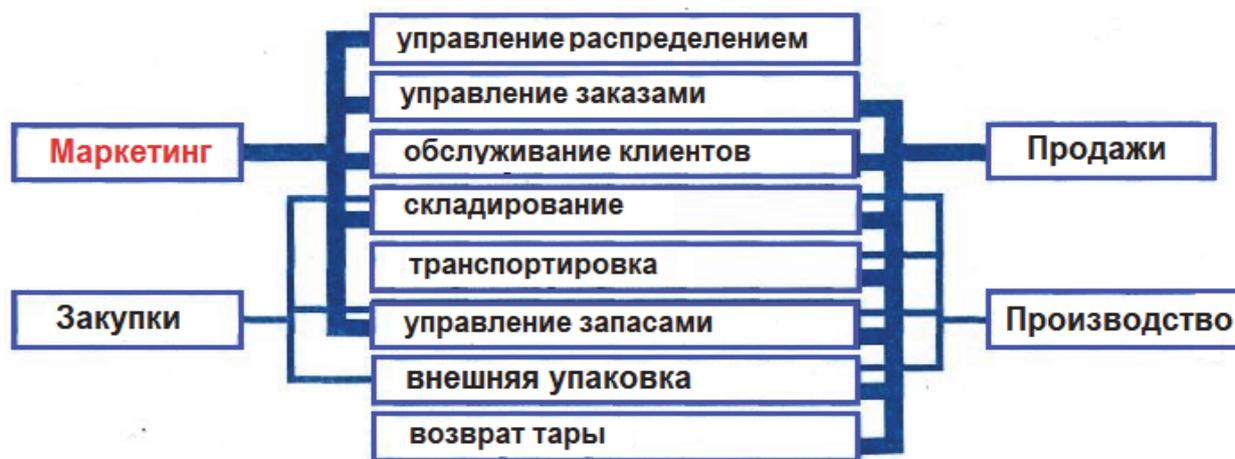


Рис. 3. Функции логистики распределения и координация смежных служб при их реализации

Договорная система – совокупность независимых компаний – звеньев логистической системы (ЗЛС), связанных договорными отношениями и координирующих программы своей деятельности для совместного достижения большей экономии или/и больших коммерческих результатов, чем это можно было бы сделать в одиночку.

Рассмотрим ключевую логистическую функцию – транспортировку.

Сегодня предприятия транспорта функционируют в условиях рыночной экономики:

- сформировался рынок транспортных услуг;
- усилилась конкуренция между предприятиями и различными видами транспорта;
- ужесточились требования к тарифам и качеству транспортных услуг со стороны потребителей.

Современную миссию транспортировки в системе логистического сервиса можно кратко сформулировать следующим образом: доставлять нужный товар требуемого качества и количества в заданное время с оптимальными затратами.

В структуре логистических затрат транспортные расходы составляют значительную долю – 20–40 % и более, поэтому оптимизация решений в транспортировке позволит логистическому менеджменту получить значительную экономию затрат, но потребует и специального внимания.

Транспорту принадлежит особая роль в становлении и развитии логистики в России. Отечественные транспортные и экспедиторские предприятия, участвующие в международных перевозках грузов, первыми увидели необходимость внедрения современных логистических технологий транспортировки и грузопереработки. Крупные российские госу-

дарственные и частные транспортные и экспедиторские предприятия стали активно создавать свои терминальные сети, грузораспределительные и логистические центры, системы информационно-компьютерной поддержки логистического сервиса (рис. 4).

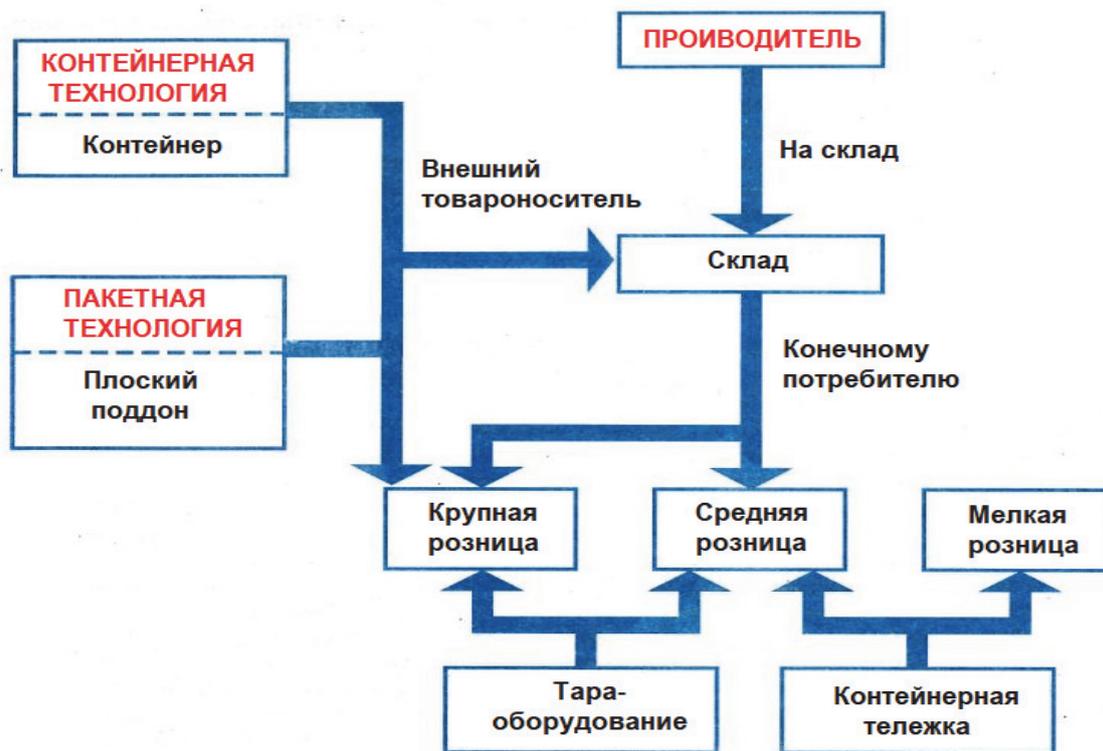


Рис. 4. Схемы основных технологий товародвижения

Тем не менее потенциал логистики в транспортном комплексе используется недостаточно.

Современные представления о транспортировке грузов в России стало существенно изменяться с развитием рыночных отношений – от транспорта как отрасли, приравненной к промышленным отраслям, до сферы услуг – транспортного сервиса. Поэтому потребители транспортных услуг выбирают такие виды транспорта и способы транспортировки, которые обеспечивают наилучшее качество логистического сервиса.

Транспортный сервис в современных условиях включает не только собственно перевозку грузов от поставщика потребителю, но и большое число экспедиторских, информационных операций, услуг по грузопереработке, страхованию, охране и т.п.

Поэтому транспортировку можно определить как ключевую логистическую функцию, связанную с перемещением продукции транспортным средством (или средствами) по определенной технологии в цепи поставок и состоящую из логистических операций и функций, включая экспедирование, грузопереработку, упаковку, передачу прав собственности на груз, страхование рисков, таможенные процедуры и т.п.

Персонал службы логистики фирмы при организации транспортировки в логистической системе должен решать ряд задач.

На уровне логистического менеджмента фирмы управление транспортировкой состоит из нескольких основных этапов:

- выбор вида транспорта;
- выбор способа транспортировки (вида перевозки);
- выбор транспортного средства;
- выбор перевозчика и логистических партнеров по транспортировке;
- оптимизация параметров транспортного процесса.

При организации транспортировки необходимо согласовать и комплексно спланировать ее операции совместно с другими логистическими функциями, например складированием, грузопереработкой, упаковкой и т.п.

Список использованной литературы

1. Сборник тезисов Второй Международной научно-практической конференции «Логистика – инновации – менеджмент». 2012.
2. Таланова О.А., Матвеев Д.М., Меняйкин Д.В. Развитие рынка автомобильных грузоперевозок в России // Тенденции развития экономики России и стран СНГ: матер. Международ. заоч. науч.-практ. конф. Новосибирск: Медиа-центр, 2015. С. 100–103.
3. Лавринович М.В., Гурин Д.А., Данилова А.С. Тренды развития транспортной логистики в мире // Логистические системы в глобальной экономике. 2012. № 2. С. 343–347.
4. Сайт Transmap. Дата обращения: 18.04.15. <http://www.transmap.ru/>.
5. Матвеев Д.М. Роль транспортных затрат в повышении конкурентоспособности российского зерна на мировом рынке // Логистика сегодня. 2014. № 2. С. 122–128.

С.А. Ovsyannikova
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

TRANSPORTATION AS A KEY INNOVATIVE LOGICAL FUNCTION IN THE LOGISTICS OF THE ENTERPRISE

The article sanctifies transportation as a key innovative logical function in the logistics of the enterprise. The logistics of distribution. Functional areas of logistics.

Keywords: logistics, supply, production, transportation, management, distribution, service, production and technological cycle of the enterprise.

Сведения об авторе: Овсянникова Каролина Александровна, УТп-412.

УДК 639.2.06 + 639.2.081.1

М.А. Середа
Научный руководитель – С.С. Валькова, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОМ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ БАССЕЙНЕ

Во времена Советского Союза рыбная промышленность Дальнего Востока имела колоссальное развитие и достойное материальное подспорье. Конец XX–начало XXI века – сложнейший этап в жизни нашей страны, который охарактеризовался упадком практически всех стратегических направлений экономики. На сегодняшний день лидером по добыче и переработке рыбопродукции является Китай. На Дальнем Востоке местными властями принимаются меры по восстановлению добычи водных биоресурсов и приближению их к показателям прошлых лет. Рассматриваются основные направления развития рыбохозяйственного сектора ДВ бассейна, а также проблемы, с которыми сталкивается добывающий, перерабатывающий и логистический центры.

Ключевые слова: терминал, регион, технологический цикл, проект, морепродукты, инвестиционная деятельность, товарооборот.

По данным Минвостокразвития, близость к странам Азиатско-Тихоокеанского региона дает Дальнему Востоку возможности не только для создания совместных проектов, но и для увеличения экспорта рыбопродукции на мировой рынок. Так, за первое полугодие 2017 г. товарооборот между Россией и Китаем вырос на 35 % и составил \$38,38 млрд. Вы-

росли показатели и экспорта, и импорта. При этом надо отметить, что второй крупной статьей экспорта является рыба, ракообразные и моллюски – объем их поставок вырос на 32,2 % [1].

Чтобы стимулировать инвестиционную деятельность в рыбной отрасли, по поручению Президента России Владимира Путина в Минвостокразвития подготовили предложения, которые легли в основу законодательных инициатив. Так, с 2017 г. запущена программа «Квоты в обмен на инвестиции». Механизм поддержки рыбной отрасли предполагает предоставление квот на добычу водных ресурсов в обмен на строительство новых судов или перерабатывающих мощностей на Дальнем Востоке. До 20 % от общедопустимого улова будет отведено на эти цели [1].

Среди регионов Дальнего Востока лидером по внедрению перерабатывающих производств является Камчатский край. С 2008 г. здесь было создано 17 современных заводов. Только в 2016 г. частные инвестиции в реконструкцию и строительство новых заводов на Камчатке составили порядка 1,5 млрд руб. Сейчас на полуострове в стадии реализации находятся еще 10 инвестиционных проектов с объемом вложений почти 11 млрд руб. Большая часть из них – на побережье в отдаленных районах края. В числе крупнейших проектов – строительство нового комплекса рыбокомбината в Тымлате с объемом инвестиций более 2 млрд руб. В прошлом году проект получил статус особо значимого. Еще две организации получили статус резидентов ТОР «Камчатка». Колхоз имени Ленина реализует проект по строительству новых производственных корпусов береговой фабрики в Петропавловске-Камчатском. Нужно отметить, что компания «Город 415» совместно с корейским бизнесом планирует создание комплекса по глубокой переработке рыбы [2].

На развитие береговой переработки нацелен и Хабаровский край. Здесь, например, в рамках территории опережающего развития, в Николаевском районе будут вводить в эксплуатацию завод на берегу Сахалинского залива. Предприятие планируется связать автомобильной дорогой с Николаевском-на-Амуре и селом Иннокентьевка, водным транспортом намечено обеспечивать доставку продукции и рабочей силы до Комсомольска-на-Амуре, Хабаровска. Завод должен перерабатывать не только лосось, но и сельдь, навагу, мойву [2].

Рыбоперерабатывающий комбинат «Восточное» также планирует модернизацию производства и строительство нового рыбозавода на площадках ТОР «Николаевск». Инвестиции в комбинат в селе Иннокентьевка составят порядка 500 млн руб. [2].

В Приморском крае в рамках режимов ТОР свои проекты реализуют семь рыбопромышленных предприятий. Среди них – ОАО «Находкинский морской рыбный порт», которое построит рыбный терминал в Находке, ООО «Владивостокский рыбный терминал» с проектом строительства холодильно-складского комплекса по перевалке и хранению рыбопродукции [2].

Но, пожалуй, один из самых амбициозных проектов будет реализован на Сахалине. Здесь, уже получивший статус резидента Свободного порта, ООО «Южный Терминал» планирует создать в Корсакове рыбный логистическо-перерабатывающий центр. Инвестор планирует вложить в развитие эффективного сервиса и торговли 998 млн руб. Бизнесмены и областные власти называют проект первым шагом для формирования рыбного кластера с использованием современных технологических процессов на территории Сахалинской области [2].

Другим популярным направлением у инвесторов является судостроение. Сегодня 90 % рыболовного флота в России составляют суда, которые были построены более 20 лет назад. По данным Минпромторга России, потребность рыболовецких организаций Дальневосточного региона на период до 2030 г. оценивается в 147 судов. Между тем за последние годы на российских верфях не было построено ни одного крупнотоннажного промысловика. Все инвестиции, связанные со строительством и модернизацией флота, до сегодняшнего дня «утекали» за рубеж. Но инвестквоты вместе с облегченными налоговыми и таможенными режимами должны этот вектор в корне изменить [2].

Помимо квот, Сахалинские компании переняли китайский опыт по возобновлению водных биоресурсов. Известно, что из-за резкого увеличения вылова рыбы Китаем мест-

ные воды значительно обеднели и риск экологической катастрофы растет с каждым годом. Китай заинтересован в поставках качественной рыбопродукции в больших объемах, что мы и можем наблюдать сейчас, оценивая экспортную политику Дальневосточного региона. Поставки российской рыбы выросли, но ученые всерьез опасаются еще большего ухудшения экологической ситуации [3].

Лидером по искусственному воспроизводству лососей в России на сегодняшний день признана Сахалинская область. Там работает 41 рыболовецкое предприятие и начато проектирование и строительство еще 10 лососевых рыболовецких заводов. Новые заводы по выпуску молоди горбуши и кеты будут построены на Курильских островах Итуруп, Кунашир, Шикотан. Это позволит увеличить выпуск молоди до 1,2–1,25 млрд штук в год [3].

Впервые за 30 лет начнут искусственное выращивание на рыболовецких заводах сигов (рыб семейства лососевых) на Колыме. Соответствующие работы начаты в 2017 г. «В январе–феврале 2017 года ФГБНУ «МагаданНИРО» приступило к приобретению, транспортировке и инкубации икры пеляди с параллельной отработкой биотехнологии искусственного воспроизводства сигов в условиях Крайнего Северо-Востока России», – сообщили в учреждении [3].

Между тем в октябре 2016 г. Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база уже купила и установила аппараты «Вейса», смонтировала и запустила установку полузамкнутого водоснабжения, которая позволяет инкубировать до 5 млн икринок сиговых видов рыб с последующим получением однодневных личинок и подращиванием молоди. При необходимости производственные мощности можно расширить [3].

За увеличение доли аквакультуры в общем объеме морепродуктов, производимых в стране, взялись в Хабаровском крае. Это будет достигнуто за счет строительства новых заводов по выращиванию лососей, трепанга, крабов, мидий. Такие проекты планируются или уже реализуются в Советско-Гаванском, Ванинском и Николаевском районах Хабаровского края. Так, в Советской Гавани «Рыболовецкий колхоз «Простор» выпускает биологически активные добавки из ламинарии и намерен вложить 130 млн руб. в мощности по выращиванию молоди краба с объемом производства до 25 млн штук в год, – рассказали в комитете рыбного хозяйства правительства региона. В Ванинском районе рыболовецкая артель имени 50 лет Октября решила строить новый лососевый рыбоперерабатывающий завод мощностью до 50 млн т молоди в год. В этом году проект должен быть реализован [3].

Необходимо также помнить, что Китай является как партнером, так и конкурентом в экспорте рыбопродукции в страны Запада, Ближнего Востока, Америки и т.д. Так, некоторым западным странам выгоднее заказывать у Китая необходимое количество водных биоресурсов по нескольким причинам:

- из-за дешевизны рабочей силы, наличия современного флота и оборудования на нем;
- из-за имеющегося крупного технологического и логистического центра (рыбный порт Циндао является центром рыбной промышленности Китая, имеет грузооборот около 310 млн т в год);
- из-за способности китайской логистической сети найти наиболее выгодный маршрут доставки груза.

Как уже было сказано выше, строительство новых складских помещений на Дальнем Востоке, оборудованных рефрижераторами, уже проектируется и строится; немаловажным фактором развития данного направления является переосмысление цен на транспортировку груза. Известно, что из-за слишком большой тарификации в портах на обслуживание заходящих судов, нехватки мест для хранения поступающих грузов, устаревших портовых перегрузочных машин и приспособлений иностранным компаниям-судовладельцам невыгодно заходить в порты ДВ бассейна.

По причине того, что Дальневосточный Федеральный округ долгое время был обделен должным вниманием, вся техническая база, оставшаяся со времен СССР, устарела. Обновление портов идет медленными темпами. Для высокого экономического эффекта необходим мощный рывок: большие финансовые вложения, стабильный приток инвестиций, ак-

тивная борьба с коррупцией и контроль за всеми проектами государства, финансами и их качественной реализацией. Также необходимо пересмотреть налогообложение и таможенное законодательство. По мнению экспертов, предпринятых мер на сегодняшний день недостаточно для того, чтобы развитие Дальнего Востока шло семимильными шагами.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что перспективы управления промыслом водных биологических ресурсов в Дальневосточном бассейне напрямую зависят от местного самоуправления и от контроля государственных органов за эффективной реализацией и освоением квот, бюджетных средств и от инвестиций заинтересованных лиц. Необходимо в срочном порядке обеспечить порты достаточным количеством складских помещений, способных принять большое количество рыбопродукции, оснастить флот плавбазами и перерабатывающими судами нового поколения и подготовить квалифицированные кадры, которые будут компетентны в рыбной отрасли и обучены всем современным технологиям переработки, транспортировки, хранения и упаковки морской продукции.

Список использованной литературы

1. Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока. Квоты в обмен на инвестиции: развитие рыбной отрасли на Дальнем Востоке. 18.12.2017 г. https://minvr.ru/press-center/news/11416/?sphrase_id=332556.
2. Информационно-аналитическое агентство «Восток России». Рыбной отрасли предписали быть другой. 2017 г. Текст: Ксения Писарева. <https://www.eastrussia.ru/material/gubnoy-otrasli-predpisali-byt-drugoy/>.
3. Информационный портал «Утро.ру». Дальний Восток накормит рыбой всю Россию. 26.12.2016 г. Текст: Вера Светлова. <https://utro.ru/articles/2016/12/26/1310536.shtml>.

M.A. Sereda
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PROSPECTS OF MANAGEMENT OF FISHERY OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES IN THE FAR EAST BASIN

During the Soviet Union, the fishing industry of the Far East had a colossal development and a worthy material support. The end of the 20th - the beginning of the 21st century - the most difficult stage in the life of our country, which was characterized by the decline of practically all strategic directions of the economy. To date, China is the leader in the production and processing of fish products. In the Far East, local authorities take measures to restore the extraction of aquatic biological resources and bring them closer to the indicators of the past. In my article I will consider the main directions of the development of the fisheries sector in the Far East of the basin, as well as the problems faced by the mining, processing and logistics centers.

Keywords: terminal, region, technology cycle, design, seafood, investment, turnover.

Сведения об авторе: Серeda Мария Андреевна, УТп-312.

УДК 656.022.1

М.А. Тарасенко
Научный руководитель – В.Е. Вальков, старший преподаватель

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРМИНАЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ. ТАЛЬМАНСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Раскрыта организация терминальной перевозки. Тальманское обслуживание. Особенности агентского и экспедиторского обслуживания. Правила загрузки контейнера. Особенности тарифов на перевозки грузов в контейнерах.

Традиционно под стивидорной работой подразумевают операции по погрузке груза и его выгрузке, размещение и укладку груза в транспортном средстве, чтобы обеспечить не только сохранность, безопасность перевозки груза, но и исполнение самой перевозочной операции – рейса судна, пробега вагона, автомобиля, трейлера с грузом и т.д.

К этим работам относят также ряд манипуляций с грузами на терминале (на берегу), в складе, перевалку груза с одного вида транспорта на другой, взвешивание груза, его сортировку и т.п.

Основным документом, регулирующим правоотношения между перевозчиком и стивидорной компанией, является стивидорный контракт. В нем определяются все коммерческие условия между стивидором и перевозчиком, основными из которых являются сроки проведения грузовых работ или нормы погрузки-разгрузки и их стоимость. В большинстве крупных портов мира используются типовые проформы стивидорных контрактов – «Общие условия работы стивидоров, разработанные ассоциациями портовых стивидоров».

Однако некоторые пункты типовых контрактов сторонами принимаются в обязательном порядке. К таким можно отнести обязанность оплаты работ перевозчиком в течение продолжительного срока (как правило, в течение 14 дней), ответственность стивидора за ущерб перевозочному средству или грузу.

Самым тщательным образом нужно перечислить обязанности стивидора по контракту. Стивидорная ставка должна охватывать возможно более полный перечень выполняемых операций, поскольку за операции, которые останутся не включенными в перечень работ, стивидор может требовать дополнительную плату.

В договоре со стивидорной компанией должны быть согласованы следующие позиции:

- ставка за перевалку грузов (с учетом скидок за объем перевалки) – отдельно для прямого и складского вариантов;
- работы, включенные в тарифную ставку;
- ставки на работы, выполняемые за особую плату;
- валовая интенсивность грузовых работ и обязательство порта компенсировать доказанные убытки клиента в случае, если из-за невыполнения портом согласованных норм экспедитор оплатил штраф за простой вагонов / автомашин или демередж за простой судна;
- система взаимной информации до подхода судна;
- обязательство порта, что если судну, прибывшему в согласованные сроки, не будет предоставлен причал, то все время ожидания причала учитывается при расчете выполнения портом договорных норм обработки судов;
- складская площадь (открытая, закрытая), которую стивидор предоставит клиенту для хранения груза;
- количество суток бесплатного хранения и ставка за хранение (в сутки) за последующий период.

В приложениях (аддендумах) к стивидорным контрактам оговариваются такие условия, как:

- оплата простоев грузчиков по вине перевозчика;
- оплата работ бригад в сверхурочные часы, в обеденный перерыв, а также в выходные и праздничные дни;
- база тарифа: весовая тонна, объемная тонна (кубометр, стандарт и др.);
- одно грузовое место (автомашина, контейнер и др.);
- правила обмера грузовых мест;
- изменение размера ставки в зависимости от размера переводного средства (размеров судна);
- повышенные ставки за тяжеловесность груза и надбавки за достижение традиционного веса подъема;
- крановые расходы, если они не входят в стивидорную ставку;
- обработка подмоченных, грязных и обгорелых мест;
- накладные расходы – обычно 5–15 %.

Все грузы делятся на 7 классов. По способам перевозки и перегрузки различают генеральные грузы, массовые и особорежимные.

К генеральным относятся различные штучные грузы в упаковке или без нее, принимаемые к перевозке по счету грузовых мест, в том числе по размерам:

- обычные, длинномерные (длиной свыше 3 м) и негабаритные;
- по массе – легковесные и тяжеловесные (массой свыше 5 т).

Массовые грузы представляют собой определенную структурную массу, перевозимую в больших количествах без упаковки, в том числе наливные, навалочные, лесные.

Категорию особорежимных грузов составляют: опасные грузы, скоропортящиеся, живой груз и сырые животноводческие продукты.

Тальманское обслуживание включает счет груза при погрузке в транспортное средство (в судно) и выгрузке из транспортного средства (из судна). Обычно, кроме счета груза, тальманы ведут ряд сопутствующих операций: проверку состояния грузовых мест, качество упаковки, маркировки (соответствие маркировки данным грузовых документов). Они информируют агента обо всех повреждениях груза и других обнаруженных нарушениях и отступлениях от транспортных условий контракта и грузовых документов.

Тальманские фирмы производят обмер грузовых мест на причале и складе. В крупных зарубежных портах существуют организации так называемых присяжных тальманов – «присяжных весовщиков», счет которых принимается при разборе претензий и исков.

Выполнение тальманских услуг оформляется контрактом между перевозчиком и тальманской фирмой с повременной или сдельной оплатой (за работу одного тальмана в час или за единицу груза).

По окончании смены тальманская расписка – грузовой документ с приложенными к отвесам склада путевыми листами, удостоверяющий количество груза и его состояние при приемке на судно или выгрузке с судна, – передается экспедиторской группе причала для подготовки транспортных документов. Сертификат весовой, «отвес» – документ, подтверждающий массу груза.

Грузоотправители в установленные правилами сроки и по установленным формам представляют в РАО ЖД, а также министерствам речного и морского флота квартальные заявки на перевозку грузов в универсальных контейнерах в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении с распределением по месяцам. В заявках указываются: необходимое количество контейнеров, подлежащее перевозке количество тонн груза, станции и дороги отправления и назначения.

Контейнер – многооборотный вид тары, приспособленный для перевозки разнообразных грузов различными видами транспорта. Размеры контейнеров рекомендованы ИСО (Международной организацией по стандартизации). Использование стандартных контейнеров, различающихся немногими размерами, обеспечивает взаимосвязку габаритов груза и оборудования, содействует строительству и эффективной эксплуатации дорогостоящих контейнеровозов ячеистого типа, специализированного железнодорожного подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств, а также тому, чтобы инвестиции зависели лишь от конъюнктуры рынка.

Контейнеры грузятся, выгружаются и перегружаются на контейнерных терминалах специальными перегружателями-портальными для погрузки и разгрузки в морских портах, кранами козлового типа для перегрузки с железнодорожного транспорта на автомобильный и штабелирования транстейнерами.

В составе терминалов, а также в крупных транспортных и промышленных узлах действуют склады для заполнения контейнеров грузами или разгрузки, расформирования и таможенной очистки контейнеров, которые называют «контейнерными грузовыми площадками», складами для таможенной очистки вне порта или аэропорта, площадки для хранения контейнеров, их отстоя, временного складирования для дальнейшего вывоза самими получателями и возврата ими порожняка (в районах со слабой инфраструктурой) – внутренние контейнерные склады.

Основная масса контейнерного парка принадлежит перевозчикам, экспедиторам и лизинговым компаниям, сдающим контейнеры в аренду.

Грузовладельцам принадлежит основная масса разного рода специальных контейнеров (цистерн для перевозки сыпучих грузов, изотермических рефрижераторов и т.д.), а также обычных контейнеров для контейнерной перевозки грузов транзитом через несколько стран.

Особенности агентского и экспедиторского обслуживания

Контейнеризация перевозок привела к концентрации агентского обслуживания. Агент оказался перед необходимостью четкой организации всех основных и вспомогательных операций и оборудования на терминалах и внутренних депо, передвижения по территории от склада отправителя до склада получателя, обеспечения отправителей порожними контейнерами в соответствии с объемами грузов, предъявляемых к перевозке каждым отдельным отправителем, своевременной сдачи из аренды контейнеров после их освобождения, поддержания постоянного запаса контейнеров на складах крупной клиентуры, где формируются грузовые партии.

Агент обеспечивает приемку-сдачу каждой единицы оборудования от транспортного средства (судна, железнодорожного терминала и т.д.) к многочисленным третьим лицам (стивидорным, автотранспортным, железнодорожным компаниям и др.).

Агенты составляют отчетность, которая позволяет перевозчику постоянно иметь представление о положении с оборудованием на линии, определять концентрацию оборудования в каждом транспортном пункте (порту), прогнозировать потребность и наличие оборудования, иметь информацию о наличии неисправного оборудования.

Агент организует чистку, мойку, дезинфекцию, фумигацию оборудования, смазку шасси, замену и ремонт скатов, габаритных огней, тормозного устройства, ремонт конструктивных повреждений контейнеров, трейлеров и другого оборудования. Весьма важной функцией агента является установление виновников поломки оборудования. Для этой цели всякое изменение статуса оборудования (вывоз его с территории порта, контейнерного депо, принятие на терминал и т.д.) фиксируется приемо-сдаточной распиской.

В качестве экспедитора грузовладельца он обязан контролировать процесс укладки груза в контейнеры, с тем чтобы обеспечить сохранность как груза, так и самого контейнера.

При этом руководствуются следующими правилами загрузки контейнера:

- распределять вес груза равномерно по всему полу контейнера;
- класть тяжелые предметы на дно контейнера, легкие – на них сверху;
- заполнять прокладочными материалами свободное пространство («просвет») между грузом и стенами контейнера;
- наклеивать специальные этикетки для маркировки контейнеров, загруженных опасными грузами;
- обеспечивать расположение центра тяжести груза как можно ближе к центру контейнера, в противном случае информировать об этом перевозчика;
- при загрузке придерживаться пределов грузоподъемности контейнера и трейлера (никогда их не перегружать);
- закрывать и запирать двери контейнера, осторожно натягивать тент крыши;
- наложить пломбу установленного образца.

На каждый контейнер должна быть навешена бирка (фанерная дощечка размером 8x12 см) с четким обозначением на ней: наименования станции и дороги или порта (пристани) и пароходства назначения, наименования получателя груза согласно накладной.

Перевозчики, как правило, требуют передачи вместе с контейнером следующих документов:

- план размещения груза в каждом контейнере;
- перечень контейнеров с опасными грузами с указанием по каждому контейнеру фактического отправителя и получателя, ярлыка опасности, классификации груза, его веса нетто;

- перечень рефрижераторных контейнеров с указанием по каждому контейнеру его номера, типа, размера, требуемой температуры, веса брутто.

Как правило, при контейнерных перевозках грузоотправитель или его экспедитор обязан сам составить перевозочный документ установленной формы, предусмотренный на данном виде транспорта (накладная, коносамент, товарно-транспортная накладная). В перевозочном документе указываются номер контейнера, его тип и масса согласно трафарету, наименование груза, его масса нетто, оттиски пломб.

Пломбы отправителя должны иметь следующие знаки: наименование грузоотправителя, наименование станции, сокращенное наименование дороги, контрольные знаки. Пломба навешивается на ручке замка контейнера, которая закрепляется закруткой из мягкой проволоки толщиной 2 мм.

Грузоотправитель несет ответственность за правильность сведений, содержащихся в грузовом документе.

Особенности тарифов на перевозки грузов в контейнерах

Контейнер предоставляется, как правило, грузовладельцу бесплатно, хранится на терминале тоже бесплатно или бесплатно, но только в течение 5 рабочих дней с начислением затем штрафа за последующие дни невывоза. Строго наказываются задержки контейнера клиентурой под загрузкой или разгрузкой с применением штрафных санкций с прогрессивной шкалой (по времени задержки). Ряд транспортных тарифов задержку более 20 суток классифицируют уже как гибель контейнера с взысканием с виновной стороны полной или многократной его стоимости.

Возврат порожних контейнеров осуществляется бесплатно или по пониженному тарифу (50 % тарифной ставки при следовании с грузом).

Список использованной литературы

1. Волгин В.В. Логистика приемки и отгрузки товаров: практ. пособие. М.: Дашков и К°, 2009. 457 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: учебник. М.: Дашков и К°, 2011. 481 с.
3. Голубчик А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление. М.: ТрансЛит, 2011. 317 с.
4. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 659 с.
5. Еловой И.А., Лебедева И.А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: теория, методология, организация. Минск: Право и экономика, 2011. 460 с.
6. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Логистика. Продвинутый курс: для студентов экономических специальностей высших учебных заведений. М.: Юрайт, 2011. 734 с.

M.A. Tarasenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE ORGANIZATION OF TERMINAL TRANSPORT. TALLY SERVICE

The article reveals the organization of terminal transportation. Tally service. Features of Agency and forwarding services. Rules of container loading. Peculiarities of tariffs for cargo transportation in containers

Сведения об авторе: Тарасенко Мария Александровна, УТп-412.

УДК 744

А.А. Воробьева, К.С. Шатько, П.А. Андрюхина
ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия
Научный руководитель – Е.В. Григорьева, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИНСТРУМЕНТЫ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИЕМЫ ЧЕРЧЕНИЯ – ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

Прослеживается путь развития инженерной графики от примерного рисунка человеком на земле до четкого изображения предмета на экране компьютера. Показано, какие инструменты, материалы, предметы использовались в древние времена и что мы используем в настоящее время.

Введение

Чертежи являются основными конструкторскими документами. В отдельности или в сочетании с другими графическими и текстовыми документами они определяют устройство изделия и содержат, как правило, все данные, необходимые для разработки и изготовления изделий, а также для их контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Чертежи являются важнейшим средством, способствующим техническому прогрессу. Современные чертежи и процесс их выполнения постоянно совершенствуется. С развитием техники, с появлением компьютеров труд чертёжника кардинально изменился. Поменялось все, кроме заложенных в древности канонов оформления чертежа. В настоящее время начертательная геометрия продолжает развиваться как наука во многих направлениях быстрыми темпами. Актуальность работы заключается в том, чтобы изучить инструменты, материалы и приемы черчения в древности и в настоящем, чтобы взять правильно сориентироваться в дальнейшем развитии.

Цель работы: проследить развитие инструментов, материалов и приемов черчения. Задача: изучить инструменты, материалы и приемы черчения, их историю.

Инструменты

Инструменты играют большую роль при работе над чертежом. От качества и совершенства инструмента зависит итог работы. Очень важно выбрать правильный и хороший инструмент для построения чертежа.

Карандаш. История карандаша началась с изобретения графита. Писать или рисовать им было неудобно, потому что он был мягким и хрупким. Сначала графит вставляли в металлические трубки. Облечить графит в дерево догадался в 1795 г. французский химик Николя-Жак Конте. Графит он смешал с глиной, обжёл в печи. После этого отрезал тонкую полоску, которую сейчас называют грифелем, и вставил в деревянную трубочку. Так был сделан первый карандаш. Он играет важную роль в выполнении чертежей, поскольку качество графического изображения зависит от правильного выбора их твердости. Начало XX в. ознаменовалось многими открытиями в области создания карандашей. Так, в России в 1913 г. Гиндельман запатентовал свой механический карандаш, грифель которого двигался с помощью гайки в металлическом канале. Через три года японец Хаякава изготовил механический карандаш в таком виде, каким мы его знаем сейчас. За время истории существования карандаша постоянно совершенствовалась и его оболочка. Так, чтобы он не ска-

тывался со стола, форму его сделали шестигранной. Затем в верхний конец поместили ластик. После изобретения пластмассы нашлась достойная замена древесине. Создание механического карандаша в металлической оболочке завершило его облик [1].

Стирательная резинка (ластик) используется для удаления ненужных изображений, надписей. Ластик должен быть мягким и иметь острые края. Острым краем удобно удалять линии, не затрагивая соседние. В истории ластика природный каучук долгое время был единственным материалом, из которого его изготавливали. Длилось это вплоть до середины XX в., когда изобрели синтетический каучук. В девяностые годы ластики стали делать из ПВХ и других полимеров. Из чего сделан современный ластик, можно определить по его цвету. Красно-синие или серые производятся из натурального каучука, они очень эластичны, могут скручиваться и растягиваться, не деформируясь при этом, но вот стирают карандашные линии не совсем чисто. Белые или разноцветные ластики изготавливаются из синтетических полимеров, имеют хорошую абразивность и приятны на ощупь. Однако процесс их производства весьма трудоемок, и его нарушение приводит к получению мало пригодных для стирания ластика [2].

Циркуль. Сейчас уже нельзя сказать, кто именно изобрел этот инструмент – история не сохранила для нас имя изобретателя, но легенды Древней Греции приписывают авторство Талосу. История циркуля насчитывает уже несколько тысяч лет, судя по сохранившимся начерченным кругам, инструмент был знаком еще во II–I вв. до н. э. Во время раскопок в Помпеях было найдено много древнеримских бронзовых циркулей. При раскопках в Новгороде был найден стальной циркуль-резец для нанесения орнамента из мелких правильных кружочков, очень распространенный в Древней Руси. Можно было построить окружность и более примитивным способом с помощью верёвки и двух колышков. Один колышек вбивали в землю, он играл роль центра, а другим, натягивая верёвку, проводили окружность. Этот способ вычерчивания окружности на земле можно использовать и сейчас. Со временем конструкция циркуля практически не изменилась, но ему придумали массу насадок, так что теперь он может вычерчивать окружности от 2 мм до 60 см, кроме того, обычный графитный грифель можно заменить насадкой с рейсфедером для черчения тушью. Есть несколько основных типов циркулей: разметочный или делительный – его применяют для снятия и перенесения линейных размеров; чертежный или круговой – его применяют для вычерчивания окружностей диаметром до 300 мм; чертежный кронциркуль для вычерчивания окружностей от 2 до 80 мм в диаметре; чертежный штангенциркуль – для вычерчивания окружностей диаметром больше 300 мм; пропорциональный – для изменения масштабов снимаемого размера [3].

Линейка. Доказательством существования линейки еще в древние времена стало ее нахождение на раскопках на территории древней Помпеи. Она представляла собой тщательно отструганную дощечку. Позже во многих странах Европы линейки имели несколько иной вид. Это были железные прутья – «шильца». Сначала французскими академиком было изготовлено две линейки. Они были сделаны из платины и имели длину 1 м, а ширину – 25 мм. Позже началось изготовление линеек из дерева, но они были доступны только ученым. Потом линейки начали производить для студентов. Только с начала XIX в. эта полезная вещь начала входить в обиход школ. Сейчас линейки производят из пластмассы: это очень удобно и недорого. Линейка-рейсшина — это чертёжная линейка для проведения параллельных линий [4].

Угольник. Известен с глубокой древности, использовался в работе каменщиков и плотников и вместе с циркулем являлся одним из символов их работы. Угольник и линейка являются атрибутами апостола Фомы, считающегося покровителем строителей. В художественных олицетворениях семи свободных искусств угольник использовался для передачи образа геометрии или арифметики. Раньше угольник делали из дерева, в настоящее время – из пластмассы, в остальном производство угольников не изменилась. Лекало – тонкая пластинка с криволинейными кромками, служащая для вычерчивания кривых линий, которые нельзя провести с помощью циркуля.

Транспортир – инструмент для построения и измерения углов. Транспортир состоит из линейки (прямолинейной шкалы) и полукруга (угломерной шкалы), разделённого на градусы от 0 до 180°. В некоторых моделях – от 0 до 360°. Транспортир известен с древних времён. Предположительно транспортир изобрели в древнем Вавилоне. Предполагают, что это было связано с созданием первого календаря. Древние математики нарисовали круг и разделили его на столько частей, сколько дней в году. Но они думали, что в году не 365 или 366, а 360 дней, поэтому круг, обозначающий год, они разделили на 360 равных частей. Такое изображение было очень полезным, на нем можно было отмечать каждый прошедший день, и видеть, сколько дней осталось до конца года. Каждой части дали название – градус. Градусная мера сохранилась и до наших [5].

Мы совершенствовали инструменты веками, и сейчас начертить чертеж можно намного быстрее, чем у наших предков.

Материалы

Бумага. В древние времена чертежи вычерчивались на земле в том месте, где необходимо было вести строительство. Со временем планы стали выполняться в уменьшенном виде на дереве, холсте, пергаменте, камне, глиняных плитах и пр. Сейчас мы используем бумагу, это самый удобный материал, на котором можно выполнить графические и текстовые конструкторские документы. Бумагу впервые стали делать в Китае во II в. н.э. Сырьем для ее изготовления были стебли бамбука и луб шелковичного дерева. «Классическая» бумага с проклейкой в массе создана Цай Лунем в 105 г. н.э. После изобретения Цай Луня процесс производства бумаги стал быстро совершенствоваться. Для повышения прочности стали добавлять крахмал, клей, естественные красители и т.д. Сейчас для черчения используют плотную белую нелинованную бумагу. Чертежные виды бумаги должны отличаться хорошей поклежкой, прочностью, плотностью и белизной. Высшие сорта чертежной бумаги по традиции называют ватманом. Качество чертежа во многом зависит от качества бумаги. В настоящее время применяется чертежная бумага высшего качества марки В и бумага марки О (обыкновенная), которая имеет более низкие чертежные свойства. В зависимости от назначения и срока хранения чертежи могут выполнять на чертежной бумаге, кальке, миллиметровой бумаге, писчей бумаге в клетку [6].

Тушь – это прочная краска, в которой красящим веществом является сажа или различные каменноугольные красители. Тушь бывает черного, зеленого, коричневого и других цветов. Тушь применяется в топографическом черчении, очень широко и используется на заключительной стадии оформления чертежей и оригиналов карт [6].

Для вычерчивания оригиналов карт применяется тушь в жидком виде – во флаконах, полужидком – в тюбиках и сухом – в виде палочек. Жидкая тушь удобна в работе, однако она изготовлена на спиртовой основе, поэтому быстро сохнет, плохо сходит с чертежного инструмента, глубоко проникает в бумагу и дает некачественные линии [6].

Приемы черчения

Техники древности стремились показать в чертеже геометрическую форму и размер сооружения, а чтобы выполнить эту задачу, создавали своеобразные приемы графических построений. Графический показ архитектуры на плоскости характерен для древнеегипетского искусства, которое, основываясь на своих канонах, следовало принципу ортогональных проекций. Известно, что на этой основе выработанные приемы использовались, например, в форме нанесения прямоугольных сеток, позволявших упорядочивать и размечать планировку, переносить конфигурации, модули и применять правила геометрии. В изображениях на плоскости изначально сложились два подхода представления: пластический, с выявлением объемности, и схематический, с выявлением объективных качеств образа [7].

Графические приемы чертежей XVI–XVII вв. отчетливо показывают, как настойчиво стремились техники эпохи Средневековья решить задачу изображения объемного предмета, имеющего три измерения: длину, ширину, высоту, – на плоскости, у которой только два

измерения – длина и ширина. Нужен был такой чертеж, на котором не искажались бы линейные размеры, углы и геометрическая форма. На многих чертежах этого времени применялись самобытные геометрические построения, основой которых является план сооружения. Если это был план местности, города или двора, то показывалось точное расположение зданий, а вид их давался не сверху, а сбоку или спереди. Если же составлялся чертеж самого сооружения, то совмещались на одном виде его план и фасад. Для нас эти приемы очень интересны тем, что в них заложено начало точного проекционного чертежа. Графикам того времени оставалось сделать только еще один шаг: разъединить совмещенные проекции и начертить их каждую отдельно, чтобы получить чертеж в проекциях на две взаимно перпендикулярные плоскости. В начале XVII столетия появились первые металлургические заводы, выполняющие правительственные заказы на пушки и ядра. Изделия сначала заказывались и принимались не по чертежам, а по образцам-моделям, но в конце XVII в. образцы стали заменяться рабочими чертежами, которые надолго сохранили название «бумажных образцов». На многих строительных чертежах ставились числовые размеры; масштаб еще не выдерживался [7].

Начало XVIII столетия ознаменовалось массовым строительством флота. И тут потребовался точный, построенный в строгом масштабе чертеж, на котором можно было бы изобразить двояковыпуклый корпус корабля и проверить плавность его контуров. Эта задача была блестяще решена. В Морском архиве мы находим большое количество корабельных чертежей 1686–1751 гг., выполненных корабельными мастерами и их подручными. Эти чертежи – образцы совершенства в технической графике. Мы видим уже проекции не на две, а на три взаимно перпендикулярные плоскости: вид спереди, вид сверху, вид сбоку; такой прием давал полную возможность показать на плоскости в геометрической связи все три измерения предмета: длину, ширину и высоту. В XVIII в. чертежи выполнялись очень тщательно, цветной тушью и затем искусно раскрашивались для обозначения различных материалов, чтобы показать на чертеже внутреннее строение предмета, давались условные разрезы, сечения. Часто пользовались не только чертежом в проекциях, но и наглядным изображением, которое называлось «вольной перспективой» [7].

К началу XIX в. в промышленности и строительном деле применялись чертежи, которые уже немногим отличаются от современных. Необычным для нас кажется только расположение проекций: план часто остается главным видом. Богатство и разнообразие приемов инженерной графики обобщила и теоретически обосновала начертательная геометрия. Эта наука в первой половине XIX столетия получила свое развитие в мире [7].

С середины XX в. интенсивно развивается машинная графика. Разработанные системы автоматизированного проектирования (САПР) предназначены для выполнения проектных работ с применением математических методов и компьютерной техники. Современная компьютерная графика дает возможность изучить построение моделей изображений посредством их генерации в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. Результатом такого моделирования является электронная геометрическая модель, которая используется на всех стадиях ее жизненного цикла [7].

Развитие новых технологий неизменно предъявляет все более жесткие требования к современному инженеру-конструктору. Уже давно остались в прошлом те времена, когда все конструкторские расчеты, чертежи и документы выполнялись вручную, а главными инструментами проектировщика были карандаш и кульман. За последних два десятилетия информационные технологии коренным образом изменили принципы конструирования, ускорив при этом процесс разработки изделия, повысив его точность и надежность в десятки раз.

В заключение хочется отметить, что проведенные исследования помогли понять, какой сложный путь мы прошли от рисунка на земле с помощью кола и веревки до бумаги и циркуля, а также до работы с программами, с помощью которых можно создать чертеж на экране компьютера. Приемы, которые мы используем, разнообразны и тщательно продуманы множеством людей, они помогают нам создать идеальную работу очень быстро.

Компьютер значительно упростил выполнение большого количества работ в нашей жизни. В настоящее время САПР активно используется во всех областях науки и техники. Проектирование и создание чертежей с помощью компьютерных программ значительно увеличивают производительность труда инженеров. В настоящее время существует много программ, с помощью которых можно выполнить трёхмерные модели и сделать чертежи. И в процессе исследования понятно, что изобретем еще многое, потому что черчение наука, которая не может остановиться на месте.

Список использованной литературы

1. <http://история-вещей.рф/kantstovaryi/istoriya-karandasha.html>.
2. <http://история-вещей.рф/kantstovaryi/istoriya-lastika.html>.
3. <http://fb.ru/article/162952/kak-poyavilsya-tsirkul-istoriya-proishojdeniya-kratko>.
4. https://inger.com.ua/istoriya_lineyki/.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Угольник>.
6. <http://helpiks.org/5-62922.html>.
7. <http://travel-in-time.org/istoriya-izobreteniy/istoriya-chertezha/>.

A.A. Vorobyov, K.S. Shatko, P.A. Andryukhina
FEFU, Vladivostok, Russia

TOOLS, MATERIALS AND DRAWING TECHNIQUES-YESTERDAY AND TODAY

The report traces the way of development of engineering graphics from an approximate figure by a person on the ground to a clear image of an object on a computer screen. Showed what tools, materials, objects, were used in ancient times and what we are using now.

Сведения об авторах: Воробьева Анна Андреевна;
Шатько Ксения Сергеевна;
Андрюхина Полина Александровна, Б3112а; e-mail: wiay1997@mail.ru

УДК 744

Г.А. Исаев
ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия
Научный руководитель – Е.В. Григорьева, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ РОССИЙСКИМ И ЗАРУБЕЖНЫМ МЕТОДАМИ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Приведена сравнительная характеристика российского и американского методов оформления чертежей.

Правила черчения создавались по мере развития промышленного производства. Постепенно к выполнению чертежей предъявлялись новые требования и, как следствие, появлялись новые требования. Но в разных странах эти процессы развивались по-разному, и появилось большое множество вариаций создания и оформления чертежей, поэтому сейчас современному грамотному инженеру полезно (даже иногда необходимо) уметь читать и различать чертежи, выполненные по зарубежным стандартам.

Представляем два наиболее различных метода оформления чертежей – это российский или европейский и американский. Следует отметить, что в России чертежи оформляются по ГОСТу, в Европе – это стандарты ISO (International Organization for Standardisation), в США – стандарты ANSI (American National Standards Institute).

Как известно, по правилам ГОСТ 2.305-68 изображения предметов на чертеже должны выполняться по методу прямоугольного проецирования, т.е. с помощью ортогональных проекции, но отличия заключаются не в самих проекциях, а в методах их образования. В России используют европейский метод образования проекций и их размещения на чертеже, и он значительно отличается от американского [1].

В европейском методе изображение проецируется на плоскость, расположенную за самим объектом, а в американском наблюдатель находится за соответствующей плоскостью проекции и изображения, получаемые на плоскостях проекции являются зеркальными отражениями (такой способ расположения видов используют также в Великобритании и Португалии); т.е. в европейском методе наблюдатель и изображение объекта расположены по одну сторону от плоскости проекции, а в американском плоскость проекции расположена между ними (рис. 1.) [3].

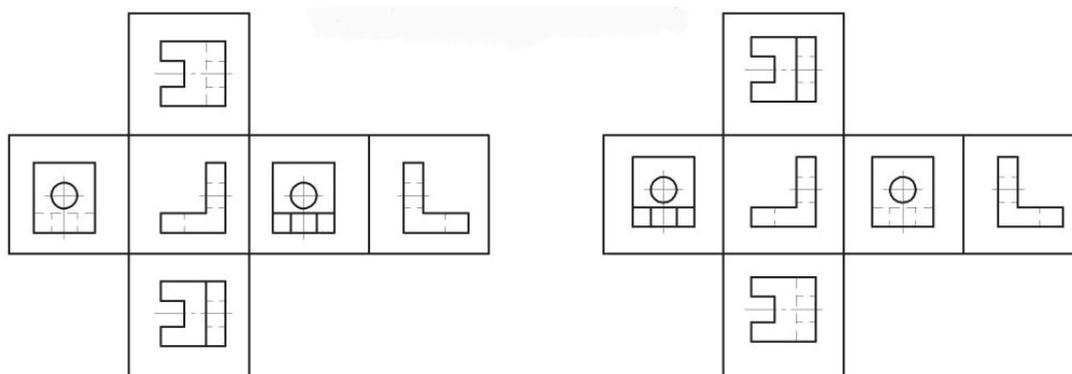


Рис. 1. Расположение проекций при европейском (слева) и американском (справа) методах проецирования

Следствием такого метода проецирования в американских чертежах является другой способ расположения видов (рис. 2) [1].

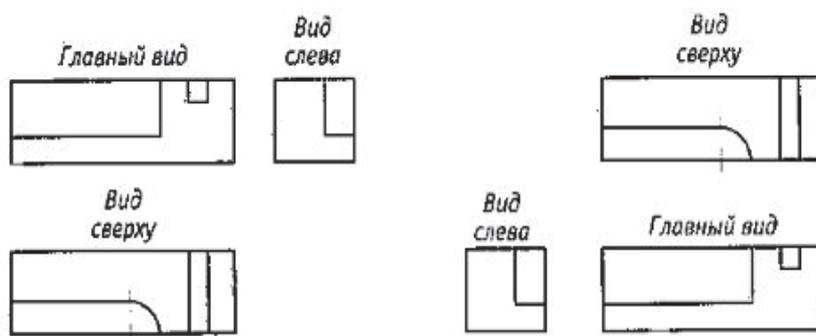


Рис. 2. Расположение трех основных видов: слева – при российском (европейском) методе оформления; справа – при американском методе проецирования

Также серьезные различия были замечены в нанесении размеров. Если посмотреть на рис. 3, можно увидеть, что все размерные числа и надписи всегда расположены в разрывах размерных линий и параллельно основной надписи, а на выносках они являются продолжением полки выноски.

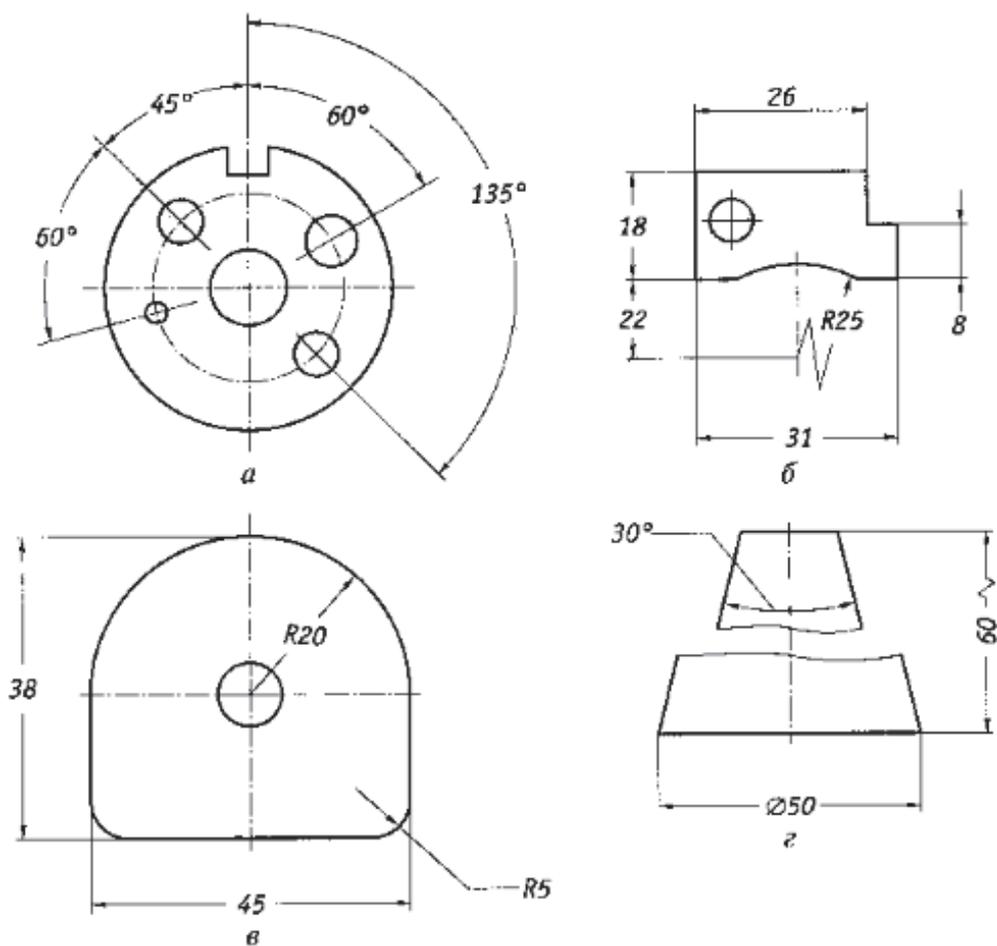


Рис. 3. Примеры нанесения размеров по стандартам США: а – нанесение угловых размеров; нанесение линейных размеров: б – с заданием центра дуги большого радиуса; в – радиусов скруглений; г – нанесение размеров при разрыве части изображения и с применением линии-выноски

На чертежах, выполненных в Европе по американским правилам оформления, помещают специальный знак в виде двух проекций усечённого конуса, взаимное положение которых указывает на метод проецирования (рис. 4, а). Документ, выполненный в США по европейскому методу, также снабжается специальным знаком. Он представляет собой те же две проекции усечённого конуса, но они расположены немного иначе друг относительно друга (рис. 4, б) [2].

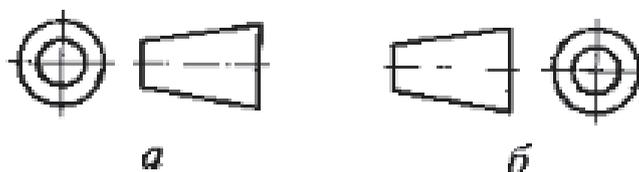


Рис. 4. Знаки, указывающие на метод проецирования: а – американский; б – европейский

На основе всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что российский метод оформления чертежей отличается от зарубежных, в частности от американского, способами проецирования и расположением основных видов, нанесением размеров, а также, если чертеж выполнен в США по европейским стандартам, то на нем помещают специальный знак, как и на европейском, только наоборот.

Список использованной литературы

1. Американский метод оформления чертежей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://weldworld.ru/theory/cherchenie/amerikanskiy-metod-oformleniya-chertezhey.html>.
2. Омский государственный технический университет. Лекции. Инженерная графика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2690897/>.
3. Могильный И.М. Техническое черчение. М.: Машиностроение, 1964. 320 с.

G.A. Isayev
FEFU, Vladivostok, Russia

DIFFERENCES BETWEEN RUSSIAN AND FOREIGN METHODS FOR DRAWING UP DRAWINGS

The report gives a comparative description of the Russian method for drawing up drawings from abroad with the American example.

Сведения об авторе: Исаев Григорий Андреевич, Б3112а; e-mail: isaev-gri_15@mail.ru

УДК 378+514.18

Э.А. Кузнецов, М.Ю. Яц, Те Ре Мен, Ким Ир Чхор
ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия
Научный руководитель – Е.В Григорьева, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ТРУДНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ У ИНОСТРАНЦЕВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Исследуются проблемы изучения начертательной геометрии иностранцами и способы их решений.

В настоящее время предоставление образовательных услуг, в частности в сфере инженерных наук, является хорошей перспективой для привлечения инвестиций, а также специалистов и студентов из других стран. Это открывает для России новые возможности реализации в будущем политического, торгово-экономического и научно-технического сотрудничества с зарубежными странами.

В связи с вышеизложенным актуальным становится вопрос об адаптации иностранных студентов в российской системе образования, но на этом этапе возникает ряд трудностей: различие в культуре и традициях стран, различие в подходе к образованию (другие образовательные программы), и главная проблема – это языковой барьер. Для многих при международных контактах вхождение в другую среду у человека вызывает, как правило некоторые сложности. Ведь зачастую представители разных стран и народов мало знают друг о друге и руководствуются стереотипными, возможно, навязанными представлениями, могут обладать неправдивой, искаженной информацией о другой стране, что сказывается на адаптации к новым условиям пребывания в обществе.

Как показывает практика, большинство иностранцев, обучающихся в России на инженерных специальностях, не владеют русским языком в совершенстве и зачастую сталкиваются с проблемой понимания большого количества терминов и понятий многих специальностей. В частности, такая проблема возникла обучающихся из Кореи в понимании терминологии начертательной геометрии. Большой объем информации, получаемый на

лекциях, не сразу усваивается многими студентами, включая студентов из Азии. Для них главная трудность заключалась в том, что одновременно было необходимо вникать в суть повествования на неродном языке, переводить новые для себя слова и понимать новый материал. Несмотря на то что в корейской школе был такой предмет, как черчение, который развивает хорошую базу для последующего изучения начертательной геометрии, существовали проблемы в усвоении дисциплины. И наконец, самой актуальной проблемой в процессе обучения этой дисциплине стала защита перед преподавателем эссе. Ведь при этом необходимо было безупречно знать материал и уметь обосновать свои действия в последовательном описании. Чтобы это сделать, необходимо было грамотно выстроить текст для защиты.

Было принято решение, так как выполнению студентами из Кореи данной учебной задачи осложнялось, создать оперативную группу помощи для объяснения им неусвоенного материала во внеурочное время, в которую вошли студенты – носители русского языка. Весь неусвоенный в течение учебных занятий материал объяснялся и разбирался дополнительно (рис. 1, 2).



Рис. 1. Разбор темы «Пересечение поверхности и плоскости»

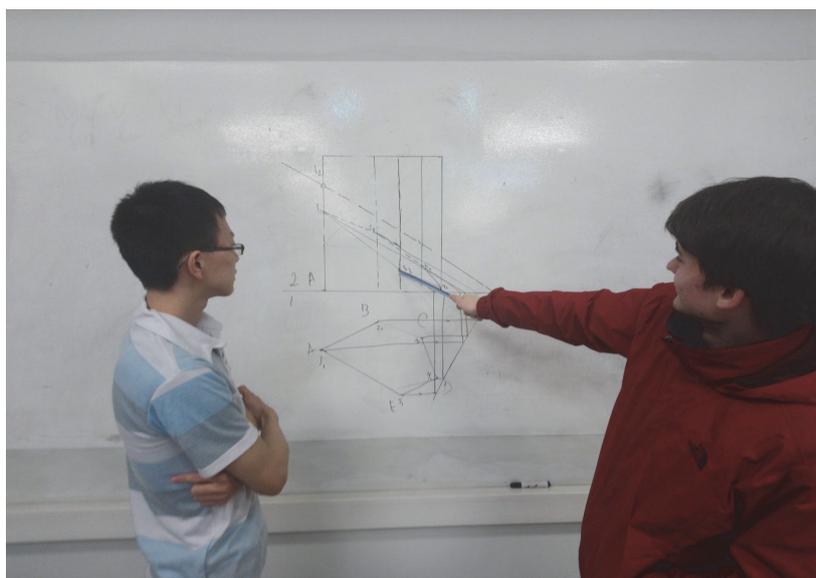


Рис. 2

По отзывам иностранных студентов, эта тема далась им наиболее трудно, так как она базируется на предыдущей теме «Способ преобразования ортогональных проекций», основываясь на которой необходимо преобразовать секущую плоскость общего положения в проецирующую, для того чтобы показать сечение на фигуре общего положения и изобразить сечение в натуральную величину. Кроме того, данная тема требует хорошего пространственного воображения для понимания того, как выполнить ту или иную задачу.

Такая работа активизировала процесс усвоения материала иностранными студентами, и они стали постепенно добиваться успехов в изучении этого предмета. Все участники интернациональной группы получили для себя интересный опыт общения и узнали много нового друг о друге. Главным совместным итогом стала успешная сдача экзамена всеми участниками группы.

В заключение хотелось бы отметить эффективность работы подобных оперативных групп. Авторы призывают всех, у кого имеется возможность помочь тем, кто в этом заинтересован. Как правило, трудности в изучении каких-либо дисциплин возникают не только у иностранцев, но и у многих русскоязычных студентов, поэтому, используя данный опыт, можно эффективно сотрудничать. Это хорошая возможность ближе познакомиться с другими людьми и узнать для себя что-то новое. Развивая эту идею, можно создать отдельный, постоянно действующий отряд, выполняющий данную функцию, в целях взаимовыгодного сотрудничества и эффективного изучения разных дисциплин.

Список использованной литературы

Фролов С.А. Начертательная геометрия: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 240 с.

Kuznetsov E.A., Yats M.Y., Te Re Men, Kim Ir Tchor
FEFU, Vladivostok, Russia

DIFFICULTIES ENCOUNTERED BY FOREIGNERS IN THE STUDY OF DESCRIPTIVE GEOMETRY

The report is devoted to the study of the problem of difficulties in the study of descriptive geometry in foreigners and the search for solutions.

Сведения об авторах: Кузнецов Эдуард Александрович, Б3112а, e-mail: eduard-kuz.555@mail.ru;

Яц Максим Юрьевич, Б3112б, e-mail: pisiposle@indox.ru;

Те Ре Мен, Б3112б;

Ким Ир Чхор, Б3112а, e-mail: kimilchol112@gmail.com

УДК 514.18+744

Д.Ф. Купреев, Н.А. Кабанов
Научный руководитель – М.В. Нагаева, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА ПРИ РЕШЕНИИ МЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Рассмотрены три основных метода решения задач на определение расстояния от точки до прямой общего положения, приведены алгоритмы их решения.

Метрическими называются задачи, в которых требуется определить метрические характеристики (длину, площадь и др.) как самих геометрических элементов (точек, прямых и плоскостей), так и метрические характеристики, обусловленные их положением в пространстве (расстояния и углы между ними).

Решение метрических задач, как и позиционных, значительно облегчается, когда заданные элементы располагаются на прямых или на плоскостях частного положения. В связи с этим при изображении какого-нибудь оригинала на комплексном чертеже предпочитают так располагать оригинал по отношению к основным плоскостям проекций $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$, чтобы наиболее важные элементы оригинала располагались на прямых или на плоскостях частного положения.

Желание упростить решение метрических задач приводит к необходимости такого преобразования комплексного чертежа, при котором прямые и плоскости общего положения, содержащие интересующие нас элементы оригинала, перешли бы соответственно в прямые и плоскости частного положения.

Решение каждой метрической задачи может быть произведено несколькими способами:

- без преобразования чертежа (с использованием правила прямоугольного треугольника или теории перпендикулярности);
- с преобразованием чертежа (способом замены плоскостей проекций, способом вращения оригинала, плоскопараллельного перемещения, вспомогательного проецирования и др.).

Одна и та же задача может решаться сложнее или проще в зависимости от положения заданных элементов по отношению к основным плоскостям проекций. Рассмотрим несколько способов решения поставленной задачи и сравним трудоемкость каждого решения.

Задача. Определить расстояние от точки A до прямой l – общего положения (О.П.).

1 способ

(способ замены плоскостей проекций)

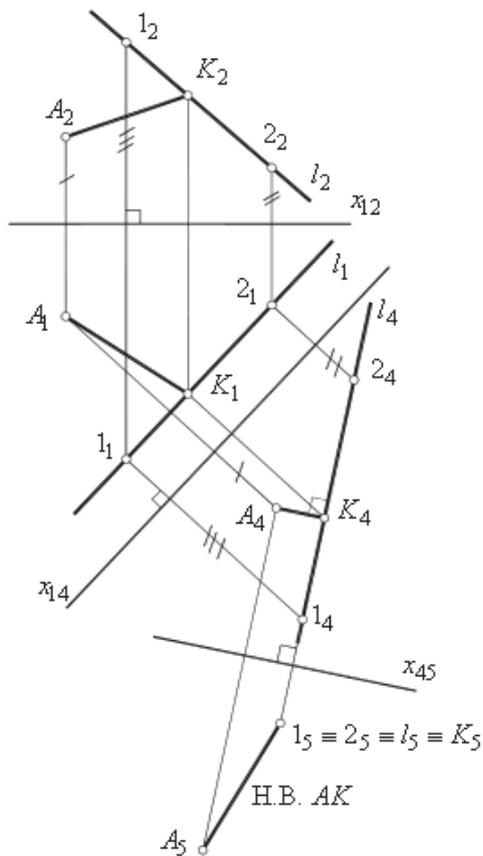


Рис. 1

Расстояние от точки до прямой есть перпендикуляр, опущенный из точки на прямую. Для этого необходимо прямую l – О.П. преобразовать до положения проецирующей, тогда отрезок, соединяющий проекции прямой и заданной точки A , и есть искомая величина расстояния (рис. 1).

Алгоритм

1. Прямая $l(l_1, l_2)$ – О.П. преобразуется до положения прямой уровня (1 О.М.З).

Условие замены:

$$\dot{I}_1 \dot{I}_2 \rightarrow \dot{I}_1 \dot{I}_4;$$

$$\dot{I}_4 \perp \dot{I}_1;$$

$$\dot{I}_4 // l;$$

$$x_{14} // l_1.$$

2. На новой плоскости проекций \dot{I}_4 строится проекция точки $A - A_4$ с измерением высоты замеряемой плоскости проекций \dot{I}_2 .

3. На основании теоремы о проецировании прямого угла из проекции точки A_4 на проекцию прямой l_4 опускаем перпендикуляр. Отрезок $A_4 K_4$ – проекция расстояния от точки A до прямой l .

4. По принадлежности точки K прямой l строим проекции расстояния на основных плоскостях проекций: на горизонтальной плоскости $\bar{1}_1$ – проекция A_1K_1 , на фронтальной плоскости $\bar{1}_2$ – проекция A_2K_2 .

5. Прямую $l(l_1, l_2)$ – прямую уровня преобразуем в проецирующую прямую (2 О.М.З).

Условие замены:

$$\bar{1}_1 \bar{1}_4 \rightarrow \bar{1}_4 \bar{1}_5;$$

$$\bar{1}_5 \perp \bar{1}_4;$$

$$\bar{1}_5 \perp l;$$

$$x_{45} \perp l_4.$$

Проекция точек строим на плоскости $\bar{1}_5$, делая замеры на заменяемой плоскости $\bar{1}_1$ от базы x_{14} .

6. Отрезок, соединяющий проекции прямой l и заданной точки A на плоскости проекций $\bar{1}_5$ – проекция A_5K_5 – есть искомая натуральная величина расстояния от точки A до прямой l .

2 способ

(способ вращения вокруг проецирующей прямой)

Кратчайшее расстояние от точки до прямой есть перпендикуляр между ними, отсюда следует, что прямую l – О.П. необходимо преобразовать до положения линии уровня, например фронтали (рис. 2).

Алгоритм

1. Прямая $l(l_1, l_2)$ – О.П. вращением вокруг горизонтально-проецирующей оси i ($i \perp \bar{1}_1$), проходящей через точку 1, преобразуется до положения фронтали f :

- а) $i \perp \bar{1}_1$ – ось вращения;
- б) $\Sigma_2 \perp i_2$ – плоскость вращения точки 2;
- в) $O_2 = \Sigma_2 \cap i_2$ – центр вращения точки 2;
- г) $R_2 = O_2 2_1$ – радиус вращения точки 2.

2. Для того чтобы не изменилось взаимное расположение точки A и прямой l , точка A поворачивается вокруг оси на тот же угол (получим проекцию точки \bar{A}_1). В плоскости $\Delta_2(A) \perp i_2$ (плоскости вращения точки A) строим проекцию точки \bar{A}_2 .

3. На преобразованную проекцию $\bar{l}_2(\bar{f}_2)$ из проекции точки \bar{A}_2 опускается перпендикуляр на основании следствия из теоремы о проецировании прямого угла ($n_2 \perp \bar{f}_2$).

4. Строится точка K пересечения перпендикуляра и прямой l : сначала $\bar{K}_2 = n_2 \cap \bar{l}_2(\bar{f}_2)$, а затем и проекции этой точки на основных плоскостях проекций K_2 и K_1 .

5. Строится проекции A_2K_2 и A_1K_1 расстояния от точки A до прямой l – О.П.

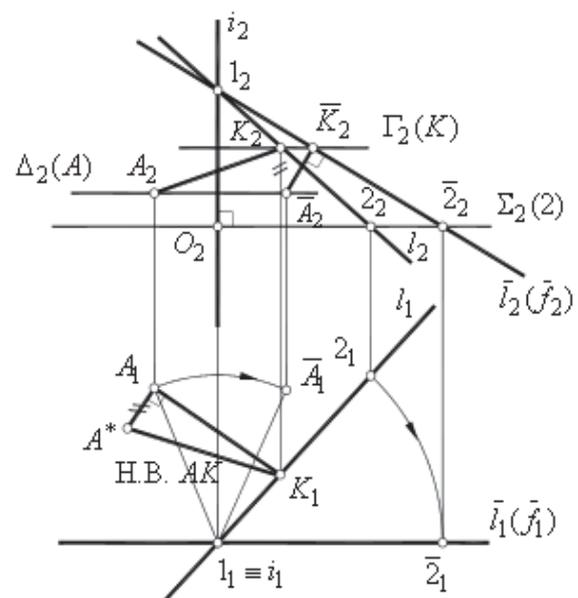


Рис. 2

6. Любым из способов (замена, вращение, способ прямоугольного треугольника) определяем натуральную величину отрезка AK – О.П. Мы решаем способом прямоугольного треугольника.

3 способ

(с использованием теории о перпендикулярности)

Алгоритм

1. Через точку A перпендикулярно прямой l – О.П. согласно теореме о проецировании прямого угла проводим плоскость, которую зададим двумя пересекающимися прямыми: горизонталью h и фронталью f (рис. 3):

$$\Sigma(h \cap f) \perp l(n);$$

$$h \cap f = A;$$

$$h_1 \perp l_1(n_1);$$

$$f_2 \perp l_2(n_2).$$

2. Определим точку K – точку пересечения прямой l – О.П. и плоскости $\Sigma(h \cap f)$

(рис. 4):

а) прямую l заключим в проецирующую плоскость: $l \subset \Delta(\Delta_2)$;

б) строим линию пересечения плоскостей $\Sigma(h \cap f) \cap \Delta(\Delta_2) = a$:

$$a \subset \Delta(\Delta_2) \Rightarrow a_2 \equiv \Delta_2;$$

$$a \subset \Sigma(h \cap f) \Rightarrow a_2(l_2, 2_2);$$

в) находим точку пересечения прямой l и линии пересечения плоскостей a :

$$K_1 = l_1 \cap a_1;$$

K_2 строим по принадлежности.

4. После построения точки K строим проекции A_1K_1 и A_2K_2 – проекции расстояния от точки A до прямой l .

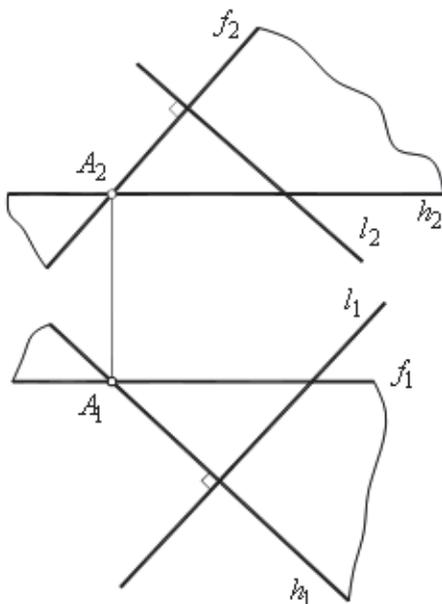


Рис. 3

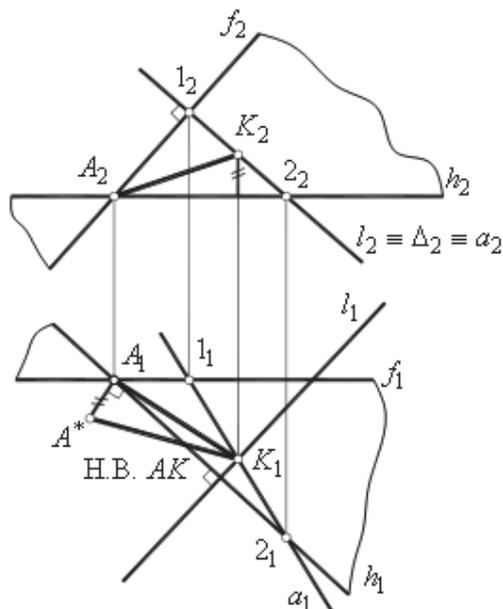


Рис. 4

4. Любым из способов (замена, вращение, способ прямоугольного треугольника) определяем натуральную величину отрезка AK – О.П. Мы решаем способом прямоугольного треугольника.

Заключение

Решив одну и ту же задачу разными способами, мы получили одну и ту же величину расстояния от точки A до прямой l . Проанализировав полученные решения, мы пришли к выводу, что каждый из способов имеет свои преимущества. Способ замены плоскостей проекций оказался более простым, но для чертежа потребовалось больше места. Способ вращения вокруг проецирующей оси более компактный, но несколько сложнее построения. Способ решения задачи с использованием теории перпендикулярности в некоторых случаях гораздо удобнее, так как позволяет получить решение легко и быстро и, что очень важно, наглядно.

Список использованной литературы

1. Зеленин Е.В. Курс начертательной геометрии с задачами и упражнениями. М.: Физматгиз, 1961. 392 с.
2. Посвянский А.Д. Краткий курс начертательной геометрии. М.: Высш. шк., 1961. 236 с.
3. Гордон В.О., Семенцев-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. М.: Наука, 1989.

D.F. Kupreev, N.A. Kabanov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

WAYS OF CONVERTING OF THE DRAWING AT THE SOLUTION OF METRIC TASKS

In this work three basic methods for solution of tasks on the determination of the distance from a point to a straight line of the general position were considered, algorithms for their solution were presented.

Сведения об авторах: Купреев Даниил Федорович, ТОб-112; e-mail: kupreev-daniil@mail.ru;

Кабанов Никита Алексеевич, ТОб-112.

УДК 629.12.011.23

А.В. Ли
ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия
Научный руководитель – Е.В. Григорьева, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СРАВНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПУСА. КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Описаны преимущества и недостатки двух инновационных методов формирования корпуса судна, а также разновидности композитных материалов.

Статья посвящена изучению сравнительно новых методов формирования корпуса и использования композитных материалов [1].

Актуальность выбранной темы заключается в важности анализа основных направлений развития мирового и российского рынка транспортных маломерных судов, который позволяет дать оценку перспективной потребности российских заказчиков в судах и морской технике. Обозначены три целевых направления развития судостроения в среднесроч-

ной перспективе: экологическая безопасность, безопасность человеческой жизни и экономическая эффективность. В обзоре тенденций развития основных типов транспортных судов и наиболее интересных зарубежных разработок представлен ряд новых технических и технологических решений.

Наступает новый этап в судостроении, предусматривающий замену обычных материалов на композитные. Возобновление активного изготовления небольших лодок и растущее доверие к композитам свидетельствует о положительной тенденции роста рынка судостроительных композитных материалов. Приведём описание подобных материалов и обсудим два различных метода формирования корпуса.

С точки зрения строительства прогулочных лодок композиты имеют массу преимуществ перед металлами и другими традиционными материалами. Применение композитных материалов позволяет обеспечить корпусу судна антикоррозийные свойства, устойчивость к деформациям и механическим повреждениям, отличную ремонтпригодность. Все эти качества делают каютный катер идеальным вариантом для водных прогулок, экскурсий и активного отдыха на воде.

Многие специалисты считают композитное кораблестроение одним из самых перспективных направлений современного судостроения. Композитные материалы все активнее используются для строительства маломерных судов, а также гоночных яхт.

Среди главных преимуществ композитных материалов следует отметить:

- высокую степень прочности. Соблюдение технологии и применение материалов ведущих производителей гарантирует прочность композитного корпуса;
- возможность полного восстановления;
- высокую теплоизолирующую способность;
- легковесность (по сравнению с алюминиевыми аналогами);
- возможность формирования красивых обводов.

Судостроение на основе композитных технологий имеет огромные перспективы. Скептики делают акцент на высокой стоимости полимерных композитов, но подобное мнение является неубедительным с учётом многочисленных эксплуатационных преимуществ современных материалов.

Композиционные материалы – искусственно созданные материалы, которые состоят из двух или более компонентов, различающихся по составу и разделенных выраженной границей, имеющие новые свойства. Отдельно рассмотрим стеклопластик, очень распространенный в судостроении.

Технология производства стеклопластика

Основная особенность изготовления конструкций из стеклопластика заключается в том, что сам материал и изготавливаемое из него изделие создаются одновременно. Из этого следует, что на самых ранних стадиях проектирования конструкций необходимо учитывать возможные методы их изготовления и их технологические особенности.

Значительное увеличение объемов применения стеклопластика в различных отраслях техники привело к совершенствованию многих технологических приемов и разработке новых методов, направленных в первую очередь:

- на сокращение доли ручного труда;
- снижение трудоемкости изготовления и, как следствие, уменьшение стоимости изделия;
- повышение технологичности, стабильности производственного процесса и качества изготовления;
- улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

К числу этих методов относятся, в первую очередь, метод инфузии, при изготовлении стеклопластиковых конструкций также применяются методы контактного формирования. Особенности перечисленных методов, их преимущества и недостатки и будут рассмотрены ниже.

Вакуумная инфузия

Метод вакуумной инфузии представляет собой метод формирования стеклопластиковых изделий, при котором с помощью герметичной пленки, прилегающей к матрице, создается рабочая полость с уложенным армирующим материалом (вакуумный мешок). В полости создается вакуум, и за счет этого вакуума связующее втягивается в рабочую полость и пропитывает армирующий материал. По сравнению с методом контактного формования метод инфузии позволяет:

- частично механизировать процесс за счет исключения операций пропитки, прикатки и уплотнения армирующего материала, уменьшая тем самым влияние человеческого фактора;
- повысить качество изготовления за счет автоматизированного контроля количества связующего и достижения более высокой плотности укладки слоев армирующего материала;
- улучшить условия труда, существенно снизив выброс вредных веществ в окружающую среду;
- снизить трудоемкость, сократить продолжительность производственного цикла (рисунки).

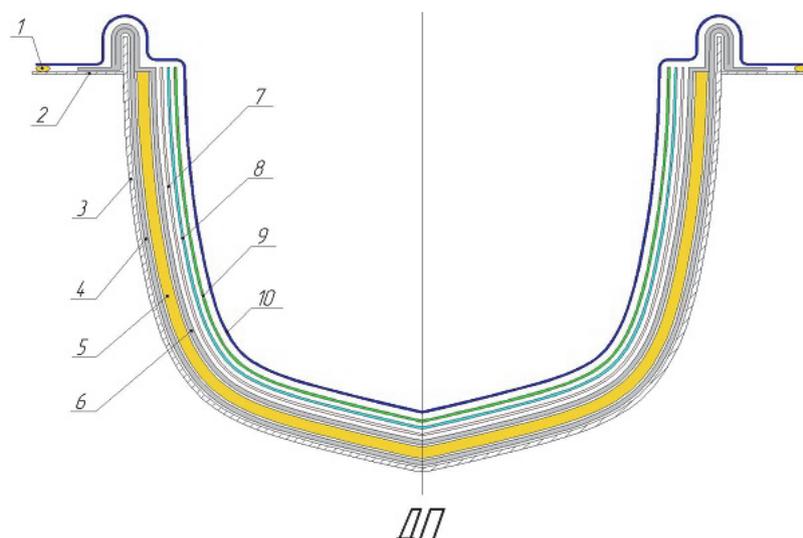


Схема укладки вакуумного мешка в матрице корпуса:

- 1 – герметизирующий жгут; 2 – фланец матрицы; 3 – матрица; 4 – наружный несущий слой; 5 – наполнитель (ПВХ пенопласт); 6 – внутренний несущий слой; 7 – разделительная ткань; 8 – перфорированная пленка; 9 – смолопроводящая сетка; 10 – вакуумная пленка

Течение процесса инфузии зависит от размеров и формы изготавливаемой конструкции, применяемых армирующих материалов и связующего. Прежде чем запустить этот процесс, как правило, производится его численное моделирование, в результате которого разрабатывается стратегия инфузии, т.е. определяются точки подачи связующего, расположение каналов для подачи смолы, места распределения вакуума и т.д.

Метод инфузии также широко применяется для изготовления крупных кузовных деталей автомобилей, автобусов, вагонов, деталей самолетов, судов и энергетических агрегатов.

Метод контактного формования

Метод контактного формования заключается в послойной укладке армирующего материала (ткани, мата) в матрицу, на поверхность которой предварительно нанесены антиадгезионное покрытие и декоративно-защитный слой гелькоут. Далее армирующий материал пропитывается связующим и прикатывается жестким валиком или шпателем для удаления из связующего воздушных включений.

После полимеризации связующего изделие подвергается термообработке, извлечению из матрицы и механической обработке.

Преимущества контактного формования:

- отсутствие ограничений по форме изготавливаемого изделия;
- относительная простота изготовления конструкции переменной толщины, а также введения в нее различных усилений и закладных деталей;

- сравнительно низкая стоимость оснастки для формования конструкции;
- минимальные капиталовложения в запуск производства.

Однако большая доля ручного труда обуславливает следующее:

- нестабильность качества изготовления;
- производительность труда немного ниже;
- плотности укладки армирующего материала снижается;
- более высокое количество отходов;
- необходимость в индивидуальных средствах защиты и в мощной вентиляционной системе.

Для реализации метода контактного формования широко применяются средства малой механизации. К ним относятся:

- установки для приготовления и дозированной подачи связующего через гибкий шланг и телескопическую штангу к валику;
- пропиточно-укладочные машины;
- распылительный пистолет и установка для подачи связующего с ровингом.

Метод ручной формовки

Технология производства изделий из композитных полимерных материалов.

В целях более подробно изучения данного метода автор принимал участие в формировании корпуса яхты на одном из заводов Владивостока. Яхта имеет небольшую длину – 9,9 м, поэтому был выбран метод ручной формовки, он наиболее прост по аппаратурно-техническому способу оформления изделия.

Выбор технологии зависит от конструкции изделия, условий его эксплуатации, объема изготовления и имеющихся ресурсов.

Строительство начинается с формирования деревянной матрицы, устранения неровностей (шлифовки, а также с внешней стороны при помощи дощечек небольшого размера и саморезов притягивают некоторые детали, что позволяет сделать поверхность более ровной изнутри), установления ребер жесткости, а также закрытия щелей с помощью стекло-материала, смолы и шпатлевки.

Далее строится специальная комната, где поддерживается определенная температура (20 °С) с помощью обогревателей.

Следующим шагом является формирование слоев корпус:

1. Стекловолокно и стеклоткань.

Стеклоткань – полотно, состоящее из переплетенных стеклонитей, диаметром 3–100 мкм, полученное при ткацком производстве. Стекловолокно представляет собой волокна или нити, изготовленные из стекла или его производных.

- Выклеивание каркасного слоя.

Наносится раствор, состоящий из полиэфирной или бокситоцидной смолы, растворителя и загустителя. Затем укладывается стекловолокно нужной формы. Ткань с помощью валиков пропитывается смолой и застывает. И таким же образом формируется еще один слой стекловолокна, а затем стеклоткани. После каждого слоя для удаления пузырьков воздуха необходимо совершить прокатку железным валиком.

2. Гелькоут (материал, используемый для получения высококачественной отделки на видимой части).

Необходим для открытия и закрытия матрицы при ручном формировании и распыления, впрыска, прессования и отливания, а также для методов, которые требуют высокой температуростойкости и механических воздействий.

- Наносится с помощью шпателей.
- Шлифуется.

3. *Нанесение первого декоративного слоя.*

Первые два пункта лишь укрепление и выравнивание матрицы.

4. *Армирующие материалы. Стекловуаль.*

- Легко устанавливаемая и быстро промокающая, пригодна для первого слоя после декоративного покрытия, для предотвращения межслоевого проникновения волокон и прочих соответствующих дефектов поверхности.

- Наносится слой армирующего материала.

Далее повторяется первый пункт.

5. *Стеклоткань и стекловолокно.*

6. *Коремат.*

Теплоизолирующий материал для защиты от холода и влаги, а также для сглаживания неровностей.

- Как и в предыдущих пунктах, формируем с помощью раствора смолы и материала нужной длины и ширины еще один слой.

7. *Стекловолокно.*

8. *Укрепление самого корпуса.*

- В зависимости от размера судна наносится еще несколько слоев, которые состоят из стекловолокна, стеклоткани и коремата.

9. *Отделение корпуса от матрицы.*

- В матрице создаются отверстия, в которые подается воздух.

- С помощью крана корпус судна вытягивают вверх.

10. *Покраска и шлифовка корпуса.*

Оба метода имеют преимущества и недостатки, позволяющие получать большой ассортимент продукции привлекательного внешнего вида. Методом вакуумной инфузии возможно выпускать скоростные яхты и прогулочные суда довольно больших размеров. При производстве корпуса методом вакуумной инфузии довольно просто выйти на большие объемы производства, так как метод технологичен и не требует больших объемов ручного труда. При производстве методом ручной формовки, напротив, очень тяжело сократить долю ручного труда в производстве и из-за этого выйти на большие объемы.

Следует отметить, что различные технологии соответствуют разным областям и условиям применения изделий. Выпускаемые изделия не конкурируют, а призваны удовлетворить широкие потребности индивидуального и массового потребления.

Список использованной литературы

1. Х. дю Плесси. Малотонажные суда из стеклопластика. М., 1979.
2. http://composite-prof.ru/o_stekloplastike/tehnologiya-proizvodstva-stekloplastika/.
3. http://www.composite.ru/materialy1/smoly_poliefirnye/smoly_dlya_izgotovleniya_osnastki/frp_mould/.
4. http://composite.ru/files/vybor_kompozitov_dlya_sudostroeniya.pdf.

A.V. Li

FEFU, Vladivostok, Russia

COMPARISON OF INNOVATIVE METHODS OF FORMATION OF THE HULL. COMPOSITE MATERIAL

The paper reveals the advantages and disadvantages of two methods of formation of innovative housing sun, as well as transit of composite materials.

Сведения об авторе: Ли Ангелина Владимировна, Б3212а; e-mail: li.angelina.98@mail.ru

Т.Ю. Перельгин
Научный руководитель – Е.В. Григорьева, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА

3D-моделирование прочно вошло в нашу жизнь, частично или полностью перестроив некоторые виды производства, обучения, бизнеса. Изучение 3D-технологий обусловлено практически повсеместным использованием трехмерной графики в различных сферах деятельности, знание которой становится все более значимым для полноценного развития личности.

Использование 3D (трёхмерных) моделей реальных предметов – это современный способ передачи информации, который может существенно повысить эффективность обучения, кроме этого может служить отличной иллюстрацией при проведении докладов и презентаций. Трёхмерные модели – это обязательный элемент проектирования современных транспортных средств, интерьеров, архитектурных и промышленных моделей и т.д. В данную отрасль включено множество программных пакетов, самые известные из которых Autodesk Autocad, SolidWorks, КОМПАС-3D, Autodesk Inventor.

Рассмотрим пример подготовки специалиста среднего звена при помощи САПР. Воспользуемся программным обеспечением Autodesk Inventor.

Дана задача – изготовление шлицевого вала.

Для этого необходимо:

- 1) разработать технологический процесс изготовления детали;
- 2) разработать маршрутный технологический процесс;
- 3) выбрать технологическое оборудование;

4) разработать технологическую документацию: маршрутную карту, операционную карту и карту эскизов;

5) проконтролировать точность изготовления.

Разработка технологического процесса изготовления детали

Шлицевой вал предназначен для передачи крутящего момента с помощью шлицев, радиально расположенных на поверхности. Обладает большой прочностью, обеспечивает соосность вала и отверстия с возможностью осевого перемещения детали вдоль оси.

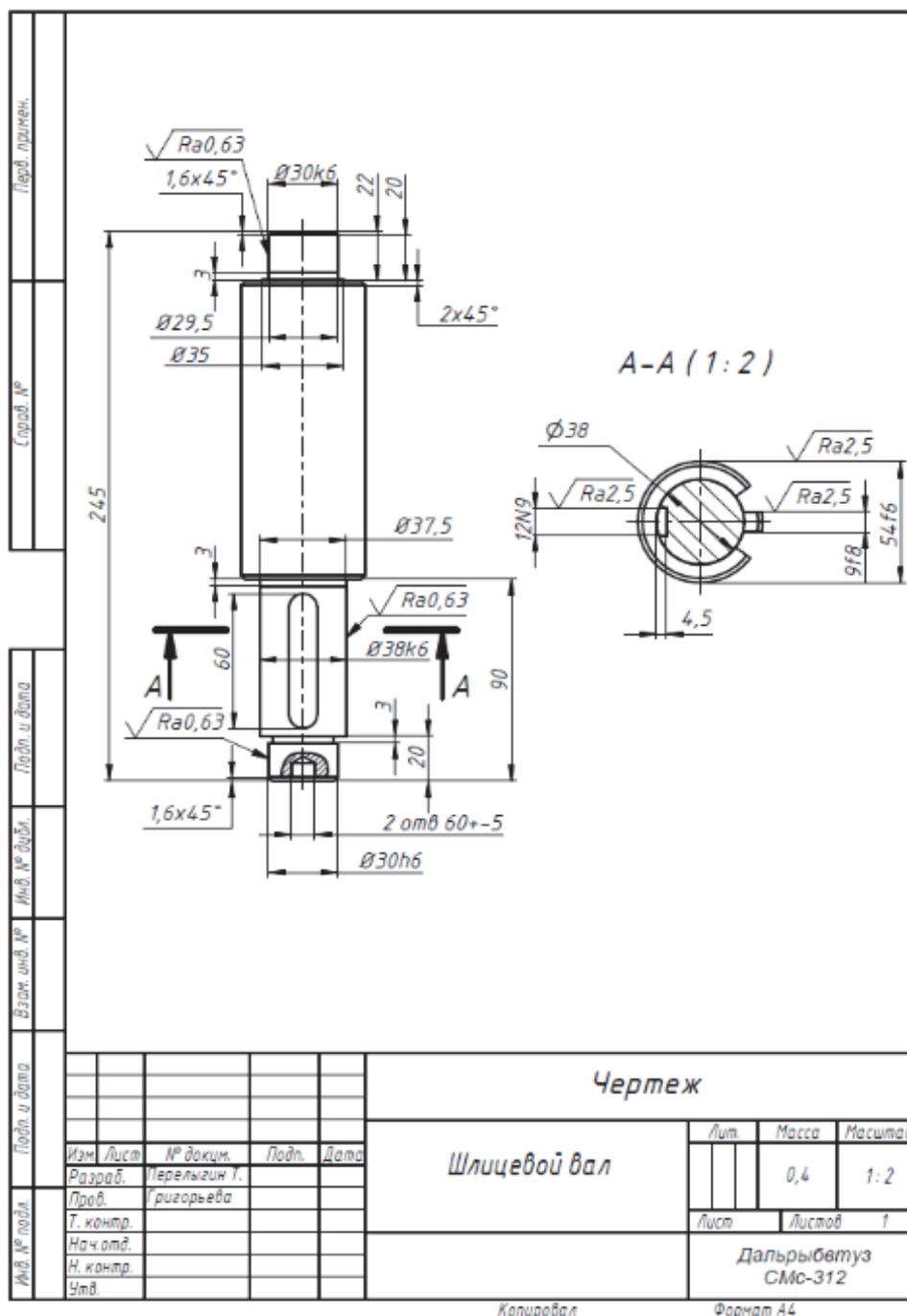
В процессе эксплуатации вал подвергается воздействию нагрузок, работает при больших скоростях и средних давлениях. Это цементируемая деталь с высокой твёрдостью и невысокой прочностью сердцевины, поэтому можно сделать вывод, о том, что материал и термообработка должны обеспечить высокую прочность детали, износостойкость рабочих поверхностей. В связи с этим в качестве материала принята сталь 45 ГОСТ 1050-80.

Выбор вида и способа получения заготовки

Несмотря на то что коэффициент использования материала у поковки выше, выбираем заготовку из проката, так как себестоимость проката ниже, чем у поковок, которые требуют изготовления специального штампа, так что наиболее рациональным способом получения детали является прокат. Выбираем пруток Ø56 мм из горячекатаной стали круглого профиля.

Чертеж детали

Проанализировав чертеж детали, рисунок, можно сделать вывод о том, что деталь является технологичной. Конструкция имеет поверхности, удобные для базирования и закрепления при установке на станках. Доступность всех поверхностей для обработки на станках и непосредственного измерения. Конструкция детали обеспечивает нормальный вход и выход режущего инструмента.



Разработка маршрутного технологического процесса

Обоснование последовательности обработки поверхностей заготовки ведут с учетом конструктивных особенностей детали и требований к ее качеству, состава переходов по обработке поверхностей заготовки и ее базирования в технологическом процессе, необходимости термической обработки, условий организации производственного процесса и др.

Выбор технологического оборудования

- Отрезной станок.
- Токарный станок.
- Фрезерно-центровальный станок.
- Кругошлифовальный станок.
- Моечная машина.

В рабочей среде Autodesk Inventor был создан токарно-винторезный настольный станок ТВ-16. На данном станке будет продемонстрирована токарная операция обработки заготовки в шлицевой вал.

В начале технологического процесса закрепляем заготовку в шпинделе станка, закрепляем инструмент. Далее с заготовки удаляем наибольшие припуски, что способствует перераспределению остаточных напряжений в материале заготовки. Намеченная последовательность обработки поверхностей заготовки позволяет составить маршрут технологического процесса изготовления детали в виде списка переходов с соблюдением последовательности их выполнения.

Маршрутный технологический процесс данной детали представлен в маршрутной карте технологического процесса изготовления детали.

Содержание операции:

- | | |
|---|---|
| 1. Установить и закрепить заготовку | 9. Установить и закрепить заготовку |
| 2. Точить торец (1), $l = 90$ мм | 10. Точить поверхность (7), $l = 22$ мм |
| 3. Точить поверхность (2), $l = 20$ мм | 11. Точить поверхность (8), $l = 21$ мм |
| 4. Точить поверхность (3), $l = 3$ мм | 12. Точить поверхность (9), $l = 3$ мм |
| 5. Точить поверхность (4), $l = 3$ мм | 13. Расточить фаску (10), $2 \times 45^\circ$ |
| 6. Расточить фаску (5), $2 \times 45^\circ$ | 14. Расточить фаску (11), $1,6 \times 45^\circ$ |
| 7. Расточить фаску (6), $1,6 \times 45^\circ$ | 15. Контроль размера |
| 8. Установить и закрепить заготовку | 16. Снять заготовку |

Контроль точности изготовления

Точность изготовления вала проверяют в определенной последовательности: сначала определяют правильность формы поверхностей, затем их геометрические размеры и потом их положения. Такая последовательность необходима для того, чтобы можно было путем исключения погрешностей измерять с наибольшей точностью тот параметр, который необходимо проверить.

Заключение

Представлены обучающие анимационные ролики с использованием данного примера, которые наглядно демонстрируют процесс обработки заготовки в конечную деталь – шлицевой вал.

Список использованной литературы

1. Григорьева Е.В., Степанченко С.Я. Основы технологии машиностроения. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016.
2. Григорьева Е.В. Инженерная графика. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009.

T.Y. Pereygin
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE USE OF CAD IN THE TRAINING OF SPECIALISTS OF MIDDLE MANAGEMENT

3D modeling has become a part of our life, partially or completely restructuring some types of production, training, business. The study of 3D technologies is due to the almost universal use of three-dimensional graphics in various fields of activity, knowledge of which is becoming increasingly important for the full development of the individual.

Сведения об авторе: Перельгин Тихон Юрьевич, СМс-312; e-mail: pro100tikhon@gmail.com

А.М. Плоткин
МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток, Россия
Научный руководитель – В.А. Плоткина, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СЛОЖНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ

Рассматриваются основные аспекты, связанные со сложными деформациями деталей и узлов, в том числе и в судомеханической области. Раскрываются особенности понятия «сложное нагружение». Обоснована актуальность исследовательских процессов в области сопротивления материалов сложным деформациям.

Реальные конструкции, а также их элементы не являются абсолютно твердыми и под действием приложенных сил могут изменять свое положение в пространстве. Перемещение – изменение положения в пространстве точки или поперечного сечения. Деформация – изменение формы и размеров конструкции или элемента под действием приложенных сил.

В условиях эксплуатации все конструкции подверженные нагружению деформируются в той или иной степени. Не всегда это можно обнаружить визуально, но учитывать данные деформации необходимо обязательно.

Дисциплина «Сопротивление материалов» рассматривает как простые, так и сложные виды деформаций. Известно, что элементы реальных конструкций чаще всего подвергаются сложным внешним нагрузкам, вызывающим напряжения разного характера, в результате чего имеет место совместное проявление или сочетание простых видов деформаций. На практике часто приходится иметь дело с сочетанием основных деформаций – растяжением или сжатием, изгибом, кручением, срезом и др.

Таким образом, вид деформации считается сложным, когда в поперечном сечении модели представленной брусом, стержнем, балкой и другими моделями, возникают два и более внутренних силовых фактора. Задачи сопротивления материалов в таких случаях сводятся к определению суммарных напряжений от разных видов деформаций и нагрузок, при этом применяются разные методы и приемы.

В практике зачастую встречается понятие «сложное нагружение». Данный термин идентичен понятию «сложные деформации», а, следовательно, и принцип исследовательских процессов. В результате расчет элементов при сложном сопротивлении ведется в рамках принципа независимости действия сил. Каждый из простых видов сопротивления, входящих в состав сложного, рассматривается независимо от остальных, а затем определяется суперпозиция или сумма полученных решений для определения внутренних усилий, деформаций, напряжений и других прочностных параметров.

Характерным видом сложного сопротивления является плоский кривой изгиб (частный случай), внецентренное растяжение (или сжатие), кручение с изгибом, сочетание растяжения и сжатия цилиндрических пружин и другие. Рассмотрим некоторые из перечисленных.

Плоский кривой изгиб можно рассматривать как сочетание двух прямых изгибов, вызванных изгибающими моментами относительно главных центральных осей инерции поперечного сечения конструкции или элемента конструкции (рис. 1, а). Сложная деформация совместного действия на конструкцию изгиба и кручения в поперечном сечении конструкции вызывает противодействие внешним силам в виде двух внутренних силовых факторов, а именно изгибающего и крутящего моментов (рис. 1, б).

Изгиб с растяжением – частный случай сложного сопротивления, при котором на брус действуют продольные и поперечные нагрузки, пересекающие ось бруса. Внецентренное растяжение – частный случай изгиба с растяжением, при котором брус растягивается силами, параллельными оси бруса так чтобы их равнодействующая не совпадала с осью бруса, а проходит через точку называемую полюсом силы (рис. 2).

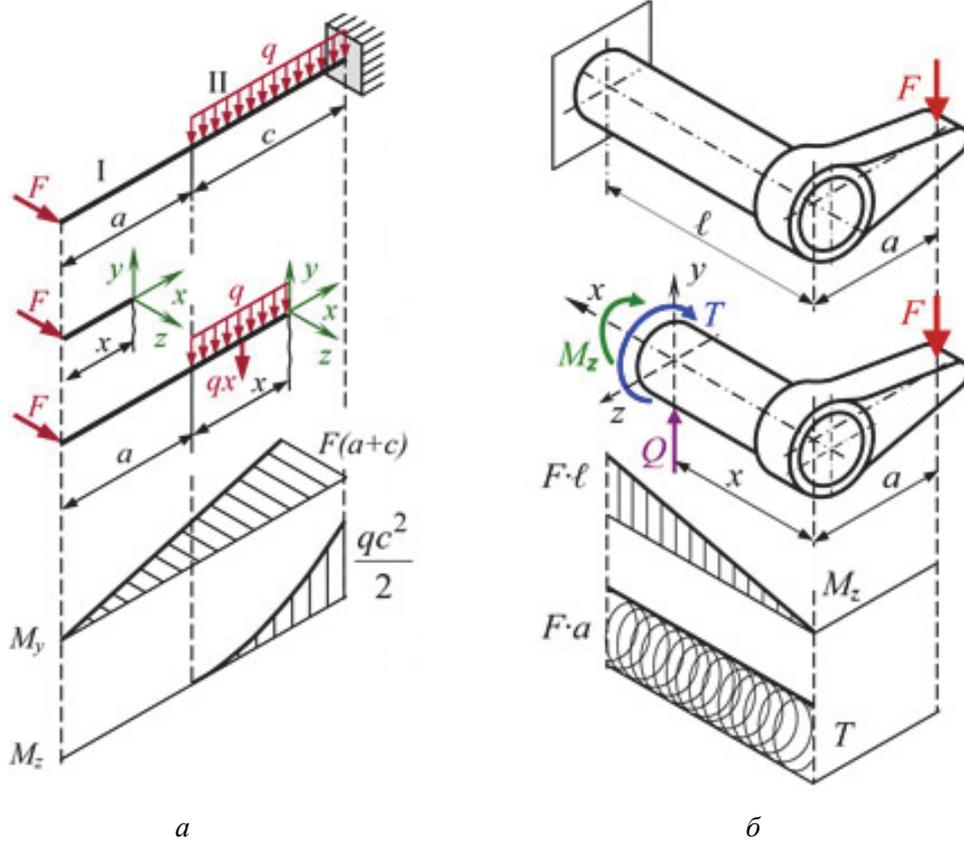


Рис. 1. Сложные деформации: *a* – косой изгиб балки; *б* – действие на вал с кривошипом деформаций изгиб и кручение

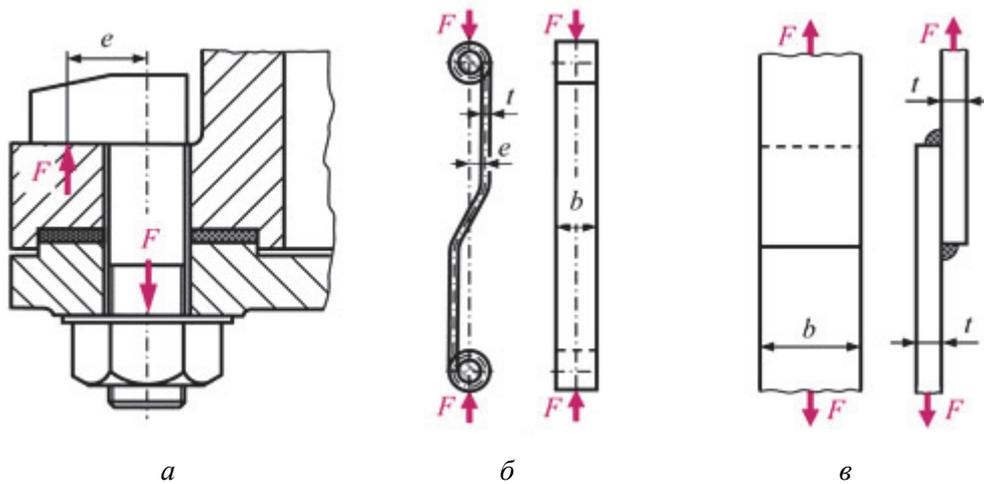


Рис. 2. Примеры деталей и узлов, работающих при внецентренном нагружении: *a* – болт – костыль; *б* – пружина сцепления; *в* – сварное соединение

Исследование сложных деформаций производят с помощью теорий прочности. К ним относятся теории:

- 1) теория наибольших нормальных напряжений;
- 2) теория наибольших деформаций;
- 3) теория наибольших касательных напряжений;
- 4) теория наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения;
- 5) теория Мора.

Из всех вышеперечисленных теорий прочности наиболее полной, точной и всеобъемлющей является теория Мора. Все положения данной теории были проверены экспериментально. Она подходит как для проверки прочности хрупких материалов (чугун, бетон, кирпич), так и для проверки на прочность пластичных материалов (низкоуглеродистая сталь). Теория наибольших нормальных напряжений и теория наибольших деформаций подходит только для прочностного анализа хрупких материалов, причём только для каких-то определённых условий нагружения, если требовать повышенную точность расчёта. Вот поэтому первые две теории прочности применять не рекомендуется. Результаты теории наибольших касательных напряжений и теории наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения можно получить в некоторых частных случаях нагружения при применении теории Мора.

В итоге, сложная деформация – сочетание двух и более видов нагружения или простых деформаций. Большой перечень конструкций, в том числе и в судомеханической области, испытывают сложное нагружение. Прочность данных конструкций и их элементов напрямую зависит от корректности подбора прочностных условий исходя из теории прочности и проверки подобранных механических характеристик экспериментально в лабораторных условиях. Независимо от конфигурации детали и условий ее эксплуатации учет сложных деформаций важен для дальнейших критериев надежности и работоспособности, к которым относится и прочность.

Список используемой литературы

1. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: учебник для вузов. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. 592 с.
2. Александров А.В. Сопротивление материалов: учебник для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. 3-е изд. испр. М: Высш. шк., 2003. 560 с.

A.M. Plotkin

Sea state University named after G.I. Nevelsky, Vladivostok, Russia

DIFFICULT DEFORMATION

This article discusses the main aspects related to complex deformations of parts and assemblies, including the ship mechanical area. The article reveals the peculiarities of the concept of «complex loading». The urgency of research processes in the field of materials resistance to complex deformations is considered.

Сведения об авторе: Плоткин Алексей Максимович, СМ-0223.

УДК 620.1+629.12.002

В.Е. Стрелец

Научный руководитель – В.А. Плоткина, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз». Владивосток, Россия

ДЕФОРМАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ В СУДОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

В современном мире изучение деформации деталей является приоритетным, в том числе и деформации деталей в судомеханической области.

Деформация – изменение формы, размеров тела под действием приложенных к нему сил. Линейная деформация – изменение линейных размеров тела, его рёбер. Линейные размеры тела могут изменяться одновременно в одном, двух или трёх взаимно перпенди-

кулярных направлениях, что соответствует линейной, плоской и объёмной деформации. Линейная деформация, как правило, сопровождается изменением объёма тела.

Угловая деформация – изменение угловых размеров тела, углов наклона его граней. В результате угловой деформации происходит взаимное смещение граней. При этом изменяется только форма тела, объём сохраняется неизменным.

Линейная деформация связана преимущественно с действием нормальных напряжений, угловая – с действием касательных напряжений.

Растяжение (сжатие) – деформация, возникающая под действием в поперечном сечении только продольной (растягивающей или сжимающей) силы.

Напряжение вдоль оси прямо пропорционально растягивающей (сжимающей) силе и обратно пропорционально площади поперечного сечения. При упругой деформации соотношение между напряжением и относительной деформацией определяется законом Гука, при этом поперечные относительные деформации выводятся из продольных путём умножения их на коэффициент Пуассона. Пластическая деформация, предшествующая разрушению части материала, описывается нелинейными законами.

В судомеханической области с деталями происходит большое количество деформаций. Рассмотрим на примере изгиба и скручивания шатуна (рис. 1).

Шатун, исполняющий роль своеобразного «толкателя», является несомненно очень важной частью кривошипно-шатунного механизма. Его поломка может привести к таким последствиям, как пробойны в блоке цилиндров, которые иногда невозможно отремонтировать. Отсюда следует, что выход из строя шатуна может повлечь за собой замену БЦ. Следовательно, выявление дефектов в шатуне при ремонте крайне важный процесс.

Причины возникновения неисправностей: большой пробег двигателя, гидроудар, попадание в цилиндры посторонних предметов, разрушение клапана

Методы диагностики и устранения: проверка геометрии шатуна осуществляется на расточном станке или с помощью лекальной линейки; при наличии деформации шатуна его можно выпрямить, если это не получается, рекомендуется замена шатуна; если возникла такая неисправность, рекомендуется также проверить коленвал на биение.



Рис. 1

Шатуны, имеющие непараллельность, изгиб, или перекося, скручивание, верхней головки шатуна относительно нижней, выходящие за допустимые размеры, подлежат восстановлению или выбраковке. Править шатуны в холодном состоянии не рекомендуется, потому что такая правка не обеспечивает стабильных результатов. Допускается правка шатунов с подогревом стержня до температуры 450–600 °С.

На специализированных моторемонтных предприятиях для проверки шатунов используют специальные оптические приборы или индикаторные приспособления типа 9570-157-1, (рис. 2). Приспособление состоит из плиты 7 с призмой 1 и кронштейна 5, на котором расположены четыре индикатора часового типа. Два индикатора 4 установлены вертикально и два индикатора 6 – горизонтально, так, что оси их взаимно перпендикулярны. В отверстия

нижней и верхней головок проверяемого шатуна вставляют оправки 2 и 3, затем шатун укладывают оправкой 2 на призму 1 и оправкой 3 наклонно подводят к упору и измерительным стержням индикаторов. Разность в показаниях вертикальных индикаторов 4 отмечает изгиб шатуна, а разность в показаниях горизонтальных индикаторов 6 – его скрученность. Перед измерением индикаторы устанавливают по специальному эталону. Такое приспособление применимо для контроля только одного типоразмера шатуна. Допускаемая скрученность шатунов тракторных двигателей в пределах 0,05–0,08 мм, автомобильных – 0,04–0,06 мм на 100 мм длины, по оси оправки, вставленной в отверстие верхней головки шатуна, а допускаемый изгиб – 0,03–0,05 мм для шатунов тракторных двигателей и 0,02–0,03 мм для автомобильных на 100 мм длины.

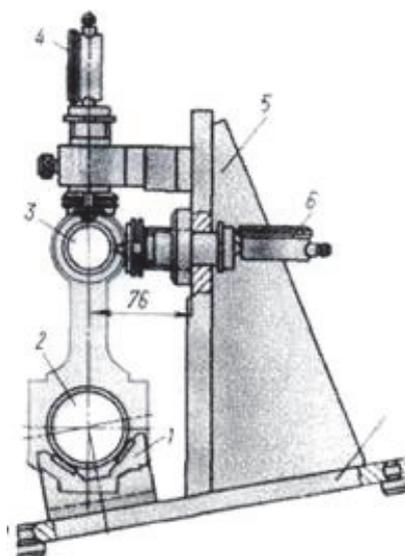


Рис. 2. Приспособление 9570-157-1 для контроля геометрических параметров

Список использованной литературы

1. Ассоциация ЕАМ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://eam.su/vidy-deformacij-detalej-rastyazhenie-szhatie-sdvig-kruchenie-izgib.html>.
2. Обслуживание двигателей и топливной аппаратуры [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kovsh.com/library/ice/crank_mechanism/cranks/defektatciia_shatunov.
3. ВДвижке [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vdvizhke.ru/vosstanovlenie-i-remont-dvigatelja-smd/krivoshipno-shatunnyj-mehanizm-dvigatelja-smd/shatun-dvigatelja-smd/pravka-shatuna-ot-izgiba-i-skruchennosti.html>.

V.E. Strelec
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

DEFORMATION OF PARTS IN THE SHIPMECHANICAL REGION

In the modern world, the study of deformation of parts is a priority in the study of the direction, including the study of the deformation of parts in the shipmechanical region.

Сведения об авторе: Стрелец Вадим Евгеньевич, СМс-212; e-mail: wogarup1@mail.ru

УДК 744:629.12

Ю.П. Ульянов, А.А. Черных, М.Р. Гнипель
ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия
Научный руководитель – Е.В. Григорьева, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

КОМПАС-3D КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Рассмотрены основные понятия программ для создания, редактирования и обработки чертежей в электронном виде; предназначение приложения КОМПАС-3D, его функциональность, сферы применения и его достоинства.

Двадцать первый век – это век развития информационных технологий, которые затрагивают все сферы жизнедеятельности человека. Судостроение не является исключением. Если раньше все чертежи выполнялись на бумаге в нескольких экземплярах вручную, то в настоящее время компьютерные технологии позволяют упростить эту работу при помощи таких приложений, как Mathcad, Autodesk AutoCAD, КОМПАС-3D и т.д. Все эти программы направлены на проектирование и ориентирование в подготовке интерактивных документов с вычислениями и визуальными сопровождениями. Так как судно – это плавучее сооружение, предназначенное для транспортных, промысловых, военных, научных, спортивных и других целей. Следовательно, необходимо иметь точный план и иметь визуальное представление о его частях, поэтому лучше всего знать, как будет выглядеть та или часть не только в плоском виде, а также в трёхмерном пространстве. Для этих целей и было разработано приложение КОМПАС-3D.

Имеются собственные преимущества у приложений для разработки планов, но возникают вопросы, что каждое из них представляет, в чем их преимущества и недостатки, и приоритетность программы КОМПАС-3D. Во-первых, начнем с программы КОМПАС-3D – система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра C3D и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

КОМПАС-3D обеспечивает поддержку наиболее распространенных форматов 3D-моделей (STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF), что позволяет организовывать эффективный обмен данными со смежными организациями и заказчиками, использующими любые CAD / CAM / CAE-системы в работе [1]. Во-вторых, перейдем к Mathcad, Mathcad – это популярная система компьютерной математики, предназначенная для автоматизации решения массовых математических задач в самых различных областях науки, техники и образования. Название системы происходит от двух слов – MATHeMATICA (математика) и CAD (Computer Aided Design – системы автоматического проектирования, или САПР) [2]. В-третьих, дадим определение приложению AutoDesk AutoCAD, AutoCAD – это система автоматизированного проектирования, позволяющая чертить 2- и 3-мерные проекты [3]. Наконец, определим значение КОМПАС-3D, качественного визуального задания огромного перечня заготовок и изделий на судостроительных и судоремонтных верфях для качественной его подготовки при постройке/ремонте судов.

Система КОМПАС-3D предназначена для создания как чертежей (2D-моделирование), так и трехмерных моделей (3D-моделирование). Система обладает собственным математическим ядром и параметрической технологией. Основная задача, решаемая системой, – это моделирование изделий с целью сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Кроме быстрого получения конструкторско-технологической документации, система позволяет:

- > передавать в электронном виде геометрию детали в расчетные пакеты;
- > передавать электронные копии изделий для их изготовления на станки с числовым программным управлением;
- > создавать дополнительные изображения деталей для составления каталогов и иллюстраций к технической документации.

Система автоматизированного проектирования (САПР) родилась в 60-е гг. прошлого века, но лишь с бурным развитием вычислительной техники последнего десятилетия стало возможным создание аппаратных и программных средств машинной графики. Полный переход на автоматизированное проектирование позволит уменьшить время создания чертежей и другой конструкторско-технологической документации, а также повысить качество выполнения документов. Конструкторские документы, выполненные традиционным способом с помощью карандаша и ватмана, свидетельствуют о низкой производственно-технологической базе предприятия, у которого мало шансов в борьбе за крупные заказы

машиностроительной продукции. Однако широкое использование компьютерной техники позволит лишь исключить рутинный труд: использование шаблонов и библиотек конструкторско-технологической документации, вычисления, моделирование производственных процессов и др. Творческий потенциал человека никакой вычислительной техникой не заменить, поэтому разработка свежих идей и концепций создания новой техники остается прерогативой инженера и ученого.

В настоящее время невозможно себе представить современное промышленное предприятие или проектно-конструкторское бюро без компьютеров и специальных программ, предназначенных для разработки конструкторской документации или проектирования. Применение вычислительной техники в области проектирования стало свершившимся фактом и доказало свою высокую эффективность. Рыночные отношения и жесткая конкуренция заставляют руководителей предприятий и специалистов заниматься вопросами автоматизации проектно - конструкторских и технологических отделов.

Переход на компьютерное проектирование позволит сократить не только сроки разработки конструкторской и технологической документации, но и существенно повысить качество создаваемых изделий и выпускаемых документов. Так мы можем наблюдать это при построении обычного поршневого цилиндра (рис. 1) [4].

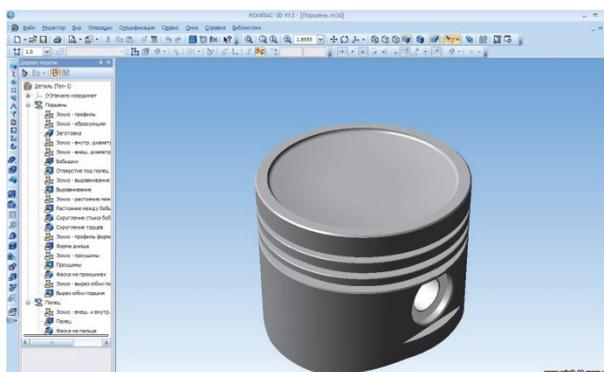


Рис. 1

Российская компания АСКОН (www.ascon.ru) создана в 1989 г. и в настоящее время является в России ведущим разработчиком систем для автоматизации предприятий. Основным направлением деятельности компании является разработка систем для автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, документооборота и систем управления жизненным циклом изделия (CAD/CAM/PLM систем).

В настоящее время САПР КОМПАС широко применяются в машиностроении, приборостроении, судостроении, строительстве и энергетике.

Х/КОМПАС используется студентами специализированных кафедр при создании курсовых и дипломных проектов.

В средней школе КОМПАС используется в рамках преподавания курсов информатики, технологии, черчения, геометрии.

Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D V8, – моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Эти цели достигаются благодаря возможностям:

- быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для выпуска изделий (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.),
- передачи геометрии изделий в расчетные пакеты,
- передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ,
- создания дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.) [4].

Программа КОМПАС-3D позволяет выполнять чертежи любой сложности, что мы можем наблюдать в материале (рис. 2, а, б).

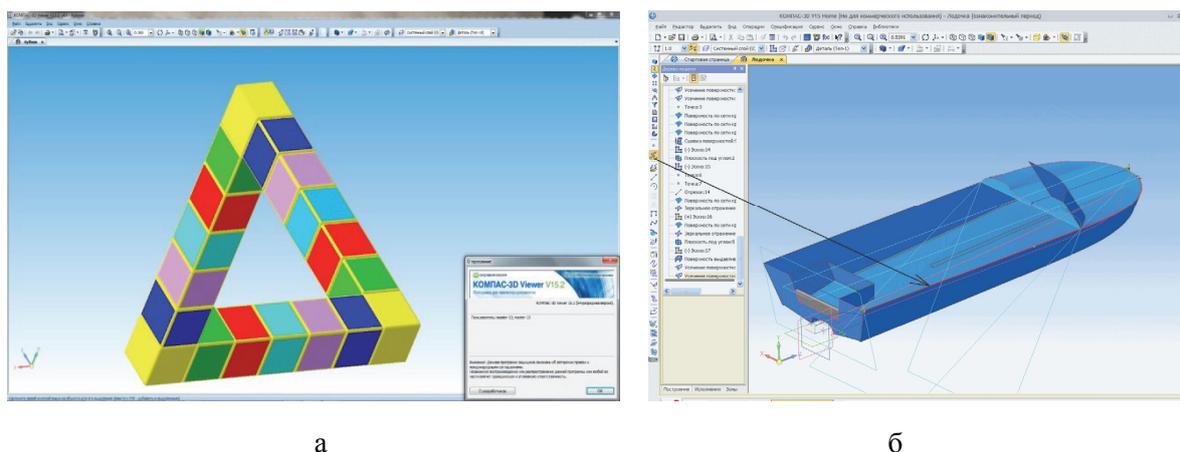


Рис. 2

Таким образом, самой популярно и многофункциональной программой для черчения от наших отечественных разработчиков является КОМПАС-3D. Данной программой в вузах России пользуются практически все студенты, а многие инженеры считают данную программу наилучшей. Программа для черчения КОМПАС-3D имеет достаточной простой и понятный интерфейс, множество инструментов, богатую справочную информацию по работе с программой поможет исправить все неточности на чертежах быстро и легко. Кроме того, КОМПАС-3D позволяет проектировать детали и сборочные чертежи в 3D-виде, в последующем можно перенести готовую модель и в 2D-чертежи, и наоборот. КОМПАС-3D включает в комплект с дополнительными модулями программы для проектирования трубопроводов, электрических схем, пружин, систем прочностного анализа [5].

Список использованной литературы

1. Компас-3D v17 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kompas.ru/kompas-3d/about/#about>.
2. Методический материал по MathCAD [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sambir.tneu.edu.ua/my_downloads/learning/ek/3kurs/SI/MathCAD.pdf.
3. AutoCAD – понятие [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moydrugpc.ru/programma-proektirovaniya-autocad-kratkij-obzor>.
4. Программа КОМПАС и ее возможности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://infourok.ru/programma-kompas-i-ego-vozmozhnosti-1250110.html>.
5. Программа для черчения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://monobit.ru/programmy-dlya-chercheniya.html>.

Y.P. Ulianov; A.A. Chernih; M.R. Gnipel
FEFU, Vladivostok, Russia

COMPAS-3D AS A HELPER APPLICATION FOR THE CONSTRUCTION OF SHIPBUILDING DRAWINGS

The basic concept of programs for creating, editing and processing of drawings in electronic form; the purpose of the application compass-3D, its functionality, scope and advantages.

Сведения об авторах: Ульянов Юрий Павлович;
Черных Антон Александрович;
Гнипель Михаил Русланович, Б31126; e-mail: yura26200062@mail.ru

УДК 621.385.64

Д.В. Ананченко
Научный руководитель – Л.М. Яковенко, канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

МАГНЕТРОН. УСТРОЙСТВО. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

Рассматриваются история магнетрона, его характеристика, конструкция, принцип работы и применение.

Магнетрон – это мощный электронный прибор, генерирующий микроволны при взаимодействии потока электронов с электрической составляющей поля СВЧ в пространстве, где постоянное магнитное поле перпендикулярно постоянному электрическому полю.

В 1912 г. швейцарский физик Генрих Грейнахер изучал способы вычисления массы электрона. Он собрал установку, в которой внутри магнита был помещен электровакуумный диод с цилиндрическим анодом вокруг стержневидного катода. Ему не удалось измерить массу электрона из-за проблем с получением достаточного уровня вакуума в лампе, однако в ходе работы были разработаны математические модели движения электронов в электрических и магнитных полях.

Альберт Халл (США) использовал данные модели при попытках обойти патенты Western Electric на триод. Халл планировал использовать для управления потоком электронов между катодом и анодом изменяющееся магнитное поле вместо постоянного электрического. В исследовательских лабораториях General Electric (Schenectady, New York) Халл создал лампы, переключающие режим через изменение соотношения магнитных и электрических полей. В 1921 г. он предложил термин «магнетрон», опубликовал несколько статей и получил патенты. Магнетрон Халла не был предназначен для получения высокочастотных электромагнитных волн. В 1924 г. чехословацкий физик А. Жачек и германский физик Эрих Хабан (Erich Nabann, Йенский университет) независимо обнаружили возможность генерации магнетроном дециметровых волн (порядка 100 МГц – 1 ГГц).

В 20-е гг. исследованиями в области генерирования СВЧ-колебаний с применением магнитных полей занимались также А.А. Слуцкий и Д.С. Штейнберг (1926–1929 гг., СССР), К. Окабе и Х. Яги (1928–1929 гг., Япония), И. Ранци (1929 г., Италия).

Действующие магнетронные генераторы радиоволн были созданы независимо и почти одновременно в трёх странах: в Чехословакии (Жачек, 1924 г.), в СССР (А. А. Слуцкий и Д. С. Штейнберг, 1925 г.), в Японии (Окабе и Яги, 1927 г.).

К 1936–1937 гг. мощность генераторов на базе магнетрона была повышена в несколько раз (до сотен ватт на волне с длиной 9 см) путём создания многорезонаторного магнетрона (с использованием массивного медного анода с несколькими резонаторами и охлаждением; М.А. Бонч-Бруевич, Н.Ф. Алексеев, Д.Е. Маляров).

Французский учёный Морис Понт с сотрудниками из парижской фирмы «КСФ» в 1935 г. создали электронную лампу с вольфрамовым катодом, окружённым резонаторными анодными сегментами. Она была предшественницей магнетронов с резонаторными камерами.

Конструкция многорезонаторного магнетрона Алексеева–Малярова, обеспечивающего 300-ваттное излучение на волне 10 см, созданного в 1936–1939 гг., стала известна мировому сообществу благодаря публикации 1940 г.

Своим появлением на свет многорезонаторный магнетрон Алексева – Малярова обязан радиолокации. Работы по радиолокации были развернуты в СССР почти одновременно с началом радиолокационных работ в Англии и США.

В 1940 г. британские физики Джон Рэндалл и Гарри Бут (англ. *Harry Boot*) изобрели *резонансный магнетрон*. Новый магнетрон давал импульсы высокой мощности, что позволило разработать радар сантиметрового диапазона. Радар с короткой длиной волны позволял обнаруживать более мелкие объекты. Кроме того, компактный размер магнетрона привёл к резкому уменьшению размеров радарной аппаратуры, что позволило устанавливать её на самолетах.

В 1949 г. в США инженерами Д. Уилбуром и Ф. Питерсом были разработаны методы изменения частоты магнетрона с помощью управления напряжением (прибор «митрон» – *mitron*).

Начиная с 1960-х гг. магнетроны получили применение в СВЧ-печах для домашнего использования

Магнетроны могут работать на различных частотах от 0,5 до 100 ГГц, с мощностями от нескольких ватт до десятков киловатт в непрерывном режиме, и от 10 Вт до 5 МВт в импульсном режиме при длительностях импульсов главным образом от долей до десятков микросекунд. Магнетроны обладают высоким КПД (до 80 %).

Магнетроны бывают как неперестраиваемые, так и перестраиваемые в небольшом диапазоне частот (обычно менее 10 %). Для медленной перестройки частоты применяются механизмы, приводимые в движение рукой, для быстрой (до нескольких тысяч перестроек в секунду) – ротационные и вибрационные механизмы.

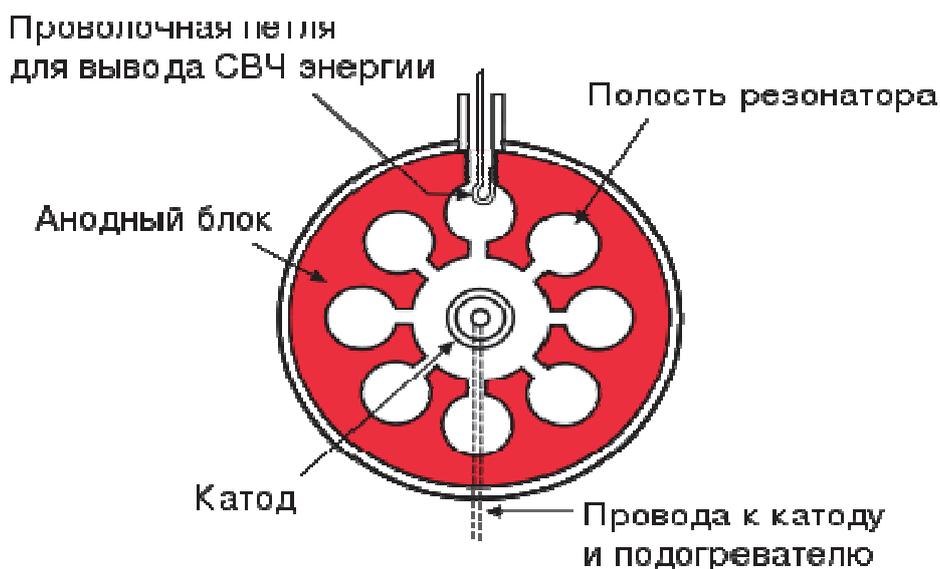
Магнетроны как генераторы сверхвысоких частот широко используются в современной радиолокационной технике (хотя их начинают вытеснять активные фазированные антенные решётки) и в микроволновых печах. Фактически магнетрон по состоянию на 2017 г. – последний тип массово производимого электровакуумного прибора после свёртывания производства кинескопов в начале 2010 гг.

Резонансный магнетрон состоит из анодного блока, который представляет собой, как правило, металлический толстостенный цилиндр с прорезанными в стенках полостями, выполняющими роль объёмных резонаторов. Резонаторы образуют кольцевую колебательную систему. К анодному блоку закрепляется цилиндрический катод. Внутри катода закреплён подогреватель. Магнитное поле, параллельное оси прибора, создаётся внешними магнитами или электромагнитом (рисунок)

Для вывода СВЧ энергии используется, как правило, проволочная петля, закреплённая в одном из резонаторов, или отверстие из резонатора наружу цилиндра.

Резонаторы магнетрона образуют кольцевую колебательную систему, около них происходит взаимодействие пучка электронов и электромагнитной волны. Поскольку эта система в результате кольцевой конструкции замкнута сама на себя, то её можно возбудить лишь на определённых видах колебаний, из которых важное значение имеет π -вид. Среди нескольких резонансных частот системы (при N резонаторах в системе возможно существование любого целого количества стоячих волн в диапазоне от 1 до $N/2$) чаще всего используется π -вид колебаний, при котором фазы в смежных резонаторах различаются на π . При наличии рядом с рабочей частотой (ближе 10 %) других резонансных частот возможны перескоки частоты и нестабильная работа прибора. Для предотвращения подобных эффектов в магнетронах с одинаковыми резонаторами в них могут вводиться различные связки либо применяться магнетроны с разными размерами резонаторов (четные резонаторы с одним размером, нечётные – с другим).

Отдельные модели магнетронов могут иметь различную конструкцию. Так, резонаторная система выполняется в виде резонаторов нескольких типов: щель-отверстие, лопаточных, щелевых и т.д.



Конструкция магнетрона

Электроны эмитируются из катода в пространство взаимодействия, где на них воздействует постоянное электрическое поле анод-катод, постоянное магнитное поле и поле электромагнитной волны. Если бы не было поля электромагнитной волны, электроны бы двигались в скрещённых электрическом и магнитном полях по сравнительно простым кривым: эпициклоидам (кривая, которую описывает точка на круге, катящемся по наружной поверхности окружности большего диаметра, в конкретном случае – по наружной поверхности катода). При достаточно высоком магнитном поле (параллельном оси магнетрона) электрон, движущийся по этой кривой, не может достичь анода (по причине действия на него со стороны этого магнитного поля силы Лоренца), при этом говорят, что произошло магнитное запираение диода. В режиме магнитного запираения некоторая часть электронов движется по эпициклоидам в пространстве анод-катод. Под действием собственного поля электронов, а также статистических эффектов (дробовой шум) в этом электронном облаке возникают неустойчивости, которые приводят к генерации электромагнитных колебаний, эти колебания усиливаются резонаторами. Электрическое поле возникшей электромагнитной волны может замедлять или ускорять электроны. Если электрон ускоряется полем волны, то радиус его циклотронного движения увеличивается, и он отклоняется в направлении катода. При этом энергия передаётся от волны к электрону. Если же электрон тормозится полем волны, то его энергия передаётся волне, при этом циклотронный радиус электрона уменьшается, центр окружности вращения смещается ближе к аноду, и он получает возможность достигнуть анода. Поскольку электрическое поле анод-катод совершает положительную работу только если электрон достигает анода, энергия всегда передаётся в основном от электронов к электромагнитной волне. Однако если скорость вращения электронов вокруг катода не будет совпадать с фазовой скоростью электромагнитной волны, один и тот же электрон будет попеременно ускоряться и тормозиться волной, в результате эффективность передачи энергии волне будет небольшой. Если средняя скорость вращения электрона вокруг катода совпадает с фазовой скоростью волны, электрон может находиться непрерывно в тормозящей области, при этом передача энергии от электрона к волне наиболее эффективна. Такие электроны группируются в сгустки (так называемые «спицы»), вращающиеся вместе с полем. Многократное, в течение ряда периодов, взаимодействие электронов с ВЧ-полем и фазовая фокусировка в магнетроне обеспечивают высокий коэффициент полезного действия и возможность получения больших мощностей.

В радарных устройствах волновод подсоединён к антенне, которая может представлять собой как щелевой волновод, так и конический рупорный облучатель в паре с параболическим отражателем (так называемая «тарелка»). Магнетрон управляется короткими вы-

сокоинтенсивными импульсами подаваемого напряжения, в результате чего в пространстве излучается короткий импульс микроволновой энергии. Небольшая порция этой энергии отражается от объекта радиолокации обратно к антенне, попадает в волновод, которым она направляется к чувствительному приёмнику. После дальнейшей обработки сигнала он, в конце концов, появляется на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ) в виде радарной карты А1.

В микроволновых печах волновод заканчивается отверстием, прозрачным для радиочастот (непосредственно в камере для готовки). Важно, чтобы во время работы печи в ней находились продукты. Тогда микроволны поглощаются вместо того, чтобы отражаться обратно в волновод, где интенсивность стоячих волн может вызвать искрение. Искрение, продолжающееся достаточно долго, может повредить магнетрон. Если в микроволновой печи готовится небольшое количество пищи, лучше поставить в камеру ещё и стакан воды для поглощения микроволн.

Список использованной литературы

1. Бабат, Г. Магнетрон / Г. Бабат, А. Гарф. М.: ИЛ, 2007. 902 с.
2. Быстрицкий, Н.П. Магнетронные усилители (амплитроны) / Н.П. Быстрицкий. М.: СПб.: Питер, 1978. 505 с
3. Кулешов В.Н., Удалов Н.Н., Богачев В.М. и др. Генерирование колебаний и формирование радиосигналов. М.: МЭИ, 2008. 416 с.
4. Бычков С.И. Магнетронные передатчики. М.: Воениздат, 1955.

D.V. Ananchenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

MAGNETRON

In this paper the history of the magnetron, its characteristics, design, operation principle and application are considered.

Сведения об авторе: Ананченко Данил Владиславович, БТб-112; e-mail: vargenyk@gmail.com.

УДК 537.311.33

В.В. Заякин
Научный руководитель – Л.М. Яковенко канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Рассмотрен эффект Холла, определены постоянная Холла и концентрация носителей заряда.

Эффект Холла заключается в появлении в проводнике (или в полупроводнике) с плотностью тока \vec{j} , помещённом в магнитное поле \vec{B} , напряжения U в направлении, перпендикулярном векторам \vec{j} и \vec{B} (рис. 1). Эффект открыт в 1879 г. американским физиком Э.Г. Холлом, который экспериментально установил следующие выражения напряжения:

$$U = R \frac{IB}{d}, \quad (1)$$

где R – коэффициент Холла, его величина и знак зависят от химического состава проводника, от температуры и заряда носителей тока; I – сила тока в образце; B – индукция магнитного поля; d – толщина образца.

Теория эффекта Холла. Пусть носителями тока являются электроны (например, в металлах и примесных полупроводниках n -типа). При протекании в образце тока плотностью \vec{j} электроны имеют скорость дрейфа $v \uparrow \downarrow j$.

Если проводник с током помещен в магнитное поле, то на электроны действует сила Лоренца:

$$\vec{F}_L = -e[\vec{v}\vec{B}], \quad (2)$$

вызывающая перераспределение заряда в направлении оси Y (рис. 1). Электроны будут отклоняться к одной из граней, оставляя на противоположной нескомпенсированный положительный заряд. В результате вдоль оси Y появится электрическое поле \vec{E}_y , действующее на электрон с силой $\vec{F}_{эл} = -e\vec{E}_y$, которая направлена противоположно силе Лоренца. Стационарному состоянию соответствует условие: $F_{эл} = F_L$, так как вектор скорости $\vec{v} \perp \vec{B}$:



Рис. 1. Эффект Холла

$$eE_y = evB. \quad (3)$$

Из уравнения (3) находим напряженность поля Холла

$$E_y = vB. \quad (4)$$

Разность потенциалов между гранями 1 и 2 (напряжение Холла) равно:

$$U = \int_a^b E_y dy = vBb, \quad (5)$$

где b – размер образца вдоль направления поля Холла.

Выразим скорость электронов v через силу тока с помощью формул

$$I = jbd; \quad j = env; \quad \text{то } v = \frac{I}{enbd}, \quad (6)$$

где n – концентрация электронов проводимости в образце.

Напряжение Холла согласно уравнению (5) с учётом формулы (6) получаем в виде

$$U = \frac{I}{en} \cdot \frac{b}{d} = R \frac{IB}{d}, \quad (7)$$

где

$$R = \frac{I}{en} - \text{коэффициент Холла.} \quad (8)$$

Более строгая теория, учитывающая взаимодействие носителей тока (электронов) с кристаллической решёткой, даёт постоянную Холла

$$R = \frac{r}{en}, \quad (9)$$

где r – Холл-фактор. Для слабо легированного германия при комнатной температуре $r = 3\pi/8$.

Из формулы (8) следует, что знак коэффициента Холла определяется знаком заряда носителей тока. Для металлов и проводников n -типа величина $R < 0$, а для полупроводников с дырочной проводимостью (p -типа) $R > 0$.

Метод изучения эффекта Холла

Напряжение Холла согласно формуле (1) линейно зависит от магнитной индукции B и от тока I , протекающего в датчике. В качестве источника постоянного магнитного поля можно использовать электромагнит. Величина индукции магнитного поля B в зазоре электромагнита нелинейно зависит от намагничивающего тока $I_{эм}$ в его обмотке. Однако на кривой намагничивания сердечника $B=f(I_{эм})$ можно выделить практически линейный участок, для которого справедлива формула

$$B = \frac{\mu_0 I_{эм} N}{h}, \quad (10)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная; N – число витков электромагнита; h – толщина зазора электромагнита.

Задача измерения напряжения Холла осложняется тем, что при проведении эксперимента в пластинке имеется не только поле Холла \vec{E}_y , но и электрическое поле \vec{E} , создающее ток в датчике (пропускаемый для наблюдения эффекта). На рис. 2, а показаны эти взаимно перпендикулярные поля и положение проводников (2'-2'), припаянных к датчику для измерения напряжения Холла.

На рис. 2, а видно, что в случае, если линия измерительных контактов (2'-2') смещена от идеальной (2-2), которая должна быть строго нормальна линии тока I (полю E), то измеренная величина U_1 окажется меньше, чем напряжение Холла (при смещении 10 мкм $\Delta U = 5 \text{ мВ}$), тогда $U_1 = (U - \Delta U)$.

Из рис. 2, б видим, что достаточно изменить только направление индукции магнитного поля B , чтобы на линии (2'-2') измерить напряжение: $U_2 = (U + \Delta U)$.

Используя значения U_1 и U_2 , исключаем неизвестную погрешность и найдем значение потенциала Холла:

$$U = \frac{|U_1| + |U_2|}{2}. \quad (11)$$

Для экспериментальной реализации этого приема изменяют направление тока I в обмотке электромагнита. Как следует из рис. 2, б, при этом изменяется и полярность напряжения Холла.

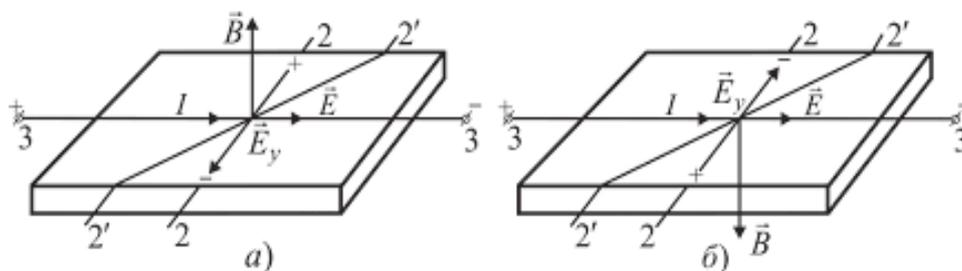


Рис. 2. Измерение напряжения Холла: I – направление тока в проводнике; B – направление магнитного поля; E – направление электрического поля

Описание установки

Электрическая схема установки представлена на рис. 3. (монтажная – на рис. 4).

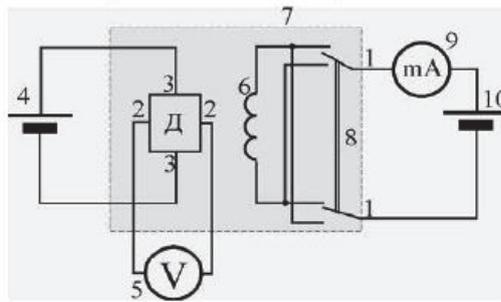
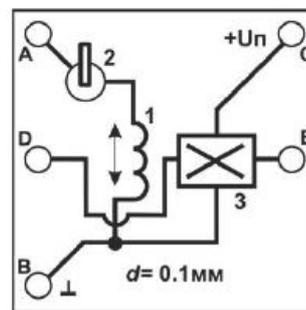


Рис. 3. Электрическая схема; 7 – миниблок «Эффект Холла»: (1–1) – цепь питания электромагнита; 6 – электромагнит; 8 – переключатель; 9 – мультиметр (режим $A - 200 \text{ mA}$, входы COM, mA); (2–2) – цепь измерения напряжения Холла: 5 – мультиметр (режим $V - 2V$, входы $COM, V\Omega$); (3–3) – цепь питания датчика Холла (Д): 4 – источник стабилизированного постоянного напряжения «+15В»; 10 – регулируемый источник постоянного напряжения «0...+15 В»

Рис. 4. Миниблок «Эффект Холла»:
1 – электромагнит;
2 – переключатель направления тока
в обмотке электромагнита;
3 – датчик Холла



Миниблок (рис. 4) необходимо установить на место 2 наборного поля (рис. 5). Вход **В** датчика Холла 3 необходимо подключить к земле (см. рис. 1). Вход **С** необходимо подключить в стабилизированному напряжению «+15В» (см. рис.1), в результате чего в датчике устанавливается рабочий ток.

$I = 5 \text{ mA}$. Вход **А** электромагнита следует подключить к регулируемому источнику постоянного напряжения «0...+15 В» (выход 12). Напряжение с датчика Холла снимают с выходом **DE**. Переключателем 2 изменяется направление магнитного поля.

Монтажная схема установки миниблок «Эффект Холла» представлена на рис. 5.

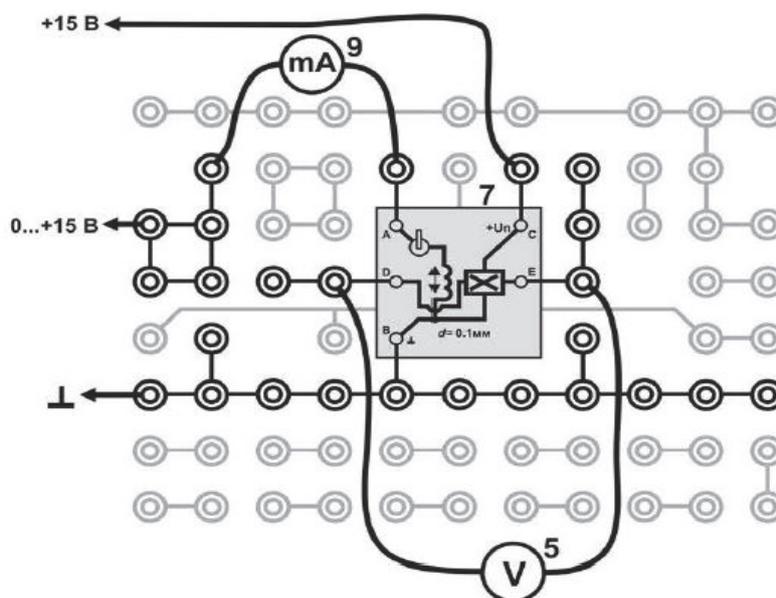


Рис. 5. Монтажная схема: 5 – мультиметр (режим $V - 2V$, входы $COM, V\Omega$); 7 – миниблок «Эффект Холла»; 9 – миллиамперметр (режим $A - 200 \text{ mA}$, входы COM, mA) (см. рис. 2)

Мною произведены следующие измерения:

Параметры установки: $I=5$ мА, $N=200$, $h=1,2$ мм, $d=0,1$ мм						
Величина						
№	$I_{эм}$, мА	U_1 , мВ	U_2 , мВ	U , мВ	B , мТл	R
1	10	-	-0,020	0,01	21	
2	20,8	0,008	-0,031	0,0195	43,7	
3	30,4	0,017	-0,040	0,0285	63,8	
4	40,2	0,027	-0,050	0,0385	84,4	
5	50,7	0,038	-0,061	0,0495	106,5	
6	60,4	0,048	-0,071	0,0595	126,8	
7	70,1	0,058	-0,081	0,0695	147,2	
8	80,1	0,069	-0,091	0,08	168,2	
9	89,9	0,079	-0,101	0,09	188,8	
10	99,7	0,088	-0,110	0,099	209,4	

По экспериментальным данным построил график зависимости напряжения Холла U от индукции магнитного поля B . $U = f(B)$. Определим угловой коэффициент K экспериментальной прямой как отношение ΔU к ΔB ($K = \frac{\Delta U}{\Delta B}$).

$$R = \frac{4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{Кл}.$$

Используя формулу (7), нашел значение постоянной Холла для исследуемого полупроводника:

$$R = K \frac{d}{I} \text{ (м}^3/\text{Кл)}; R = \frac{4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{Кл}.$$

Оценил погрешность измерений постоянной Холла, учитывая погрешности приборов, 3,2 %.

На основании выражения (9) вычислим концентрацию дырок n в исследуемом проводнике:

$$n = \frac{r}{R \cdot e} = \frac{1,1775}{9 \cdot 10^{-5} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 8,18 \cdot 10^{26} \text{ (1/м}^3\text{)}.$$

Таким образом, я изучил явление Холла, определил его постоянную и концентрацию заряда. Эффект Холла – наиболее эффективный метод изучения энергетического спектра носителей тока в металлах и полупроводниках. Он применяется также для умножения постоянных токов в аналоговых вычислительных машинах, в измерительной технике (датчики Холла) и определении индукции магнитного поля.

Список использованной литературы

1. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спиринов Г.Г. Курс общей физики. М.: Высш. шк., 2003. 438 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. СПб.: Лань, 2006. Т. 2.
3. Физическая энциклопедия / под ред. А.М. Прохорова. М: Большая Российская энциклопедия, 1992. Т. 3. 672 с.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. М: Академия, 2007. 558 с.

THE STUDY OF THE HALL EFFECT IN SEMICONDUCTORS

In this study, the Hall effect is considered, the Hall constant and the concentration of charge carriers are determined.

Сведения об авторе: Заякин Владимир Витальевич, БТб-112, e-mail: zayaka2015@ail.ru

УДК 537.6

И.С. Есенкин

Научный руководитель – Л.В. Кучеренко, доктор техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЕМОГО КОНТРОЛЯ

Рассмотрены электрические методы неразрушающего контроля. Приведены примеры использования методов на производстве.

Целью настоящей работы является систематизация электрических методов неразрушающего контроля.

Электрические методы неразрушающего контроля (ЭМНК) основаны на создании в контролируемом объекте электрического поля либо непосредственным воздействием на него электрическим возмущением, либо косвенно с помощью воздействия возмущениями неэлектрической природы (например, тепловым, механическим и др.).

По назначению ЭМНК делятся по определению исследуемых характеристик состава.

Электроемкостный метод контроля (ЭМК) предусматривает введение объекта контроля или его исследуемого участка в электростатическое поле.

Информативность ЭМК определяется зависимостью первичных параметров ёмкости, тангенса угла потерь от характеристик объекта контроля (рис. 1).



Рис. 1. Схема воздействия характеристик объекта контроля на электрические параметры

Косвенным путем с помощью ЭМК можно определить и другие физические и структурные характеристики материала: плотность, содержание компонентов, механические параметры, толщину, проводящие и диэлектрические включения и т.п.

Электропотенциальные методы работы электропотенциальных приборов основана на прямом пропускании тока через контролируемый участок и измерении разности потенциалов на определенном участке.

При пропускании через электропроводящий объект электрического тока в объекте создаётся электрическое поле. Геометрическое место точек с одинаковым потенциалом составляет эквипотенциальные линии (рис. 2). На рисунке показано распределение эквипотенциальных линий при отсутствии (рис. 2, а) и наличии дефекта (рис. 2, б). Разность потенциалов зависит от трех факторов: удельной электрической проводимости, геометрических размеров (например, толщины) и наличия поверхностных трещин.

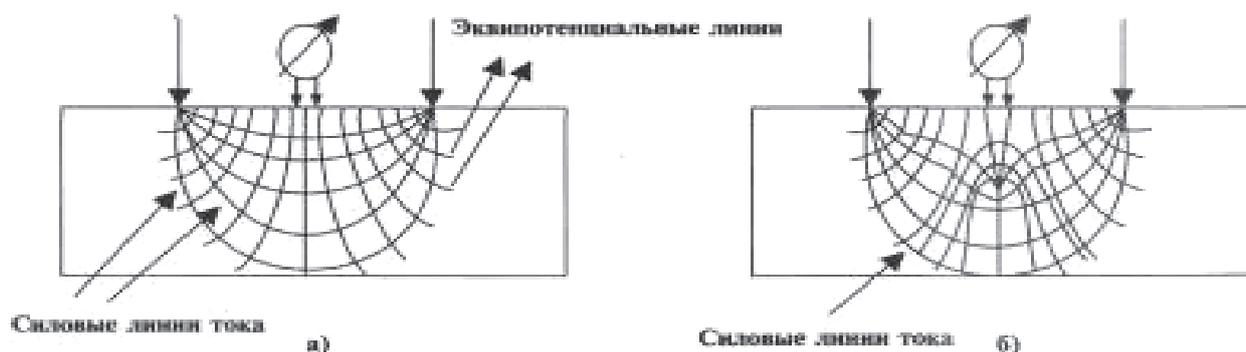


Рис. 2. Распределение эквипотенциальных линий

Электропотенциальные приборы применяют для измерения толщины стенок деталей, для изучения анизотропии электрических и магнитных свойств, обусловленной приложенными к объекту контроля механическими напряжениями, но основное назначение этих приборов – измерение глубины трещин, обнаруженных другими методами неразрушающего контроля.

Применение измерителей глубины трещин совместно с другими методами, например, магнитопорошковым или капиллярным, позволяет повысить эффективность обнаружения трещин.

Помимо контроля трещин, электропотенциальные методы используются при контроле удельного сопротивления полупроводниковых структур.

Термоэлектрические методы: приборы неразрушающего контроля, основанные на термоэлектрическом методе, находят применение при контроле деталей по маркам сталей, при контроле полупроводниковых пластин по типам проводимостей и т.д.

а) Контроль деталей по маркам сталей.

Источником информации о физическом состоянии материала при термоэлектрическом методе неразрушающего контроля является термо-ЭДС, возникающая в цепи, состоящей из пары электродов (горячего и холодного) и наличие контролируемого металла или полупроводника.

Обработка информации может проводиться или путем прямого преобразования или дифференцированным методом (рис. 4, а и рис. 4, б).

б) Контроль типа проводимости монокристаллических слитков и пластин.

При нагреве токоподвода скорость электронов в нем становится больше, чем в холодном, поэтому они диффундируют от горячего токоподвода к холодному до тех пор, пока горячий токоподвод, отдавший электроны, не окажется заряженным положительно, а холодный токоподвод, получивший избыток, зарядится отрицательно (рис.4, а) (в кремнии или арсениде галлия), дырки диффундируют от горячего токоподвода к холодному, и горячий токоподвод заряжается отрицательно (рис.4, б).

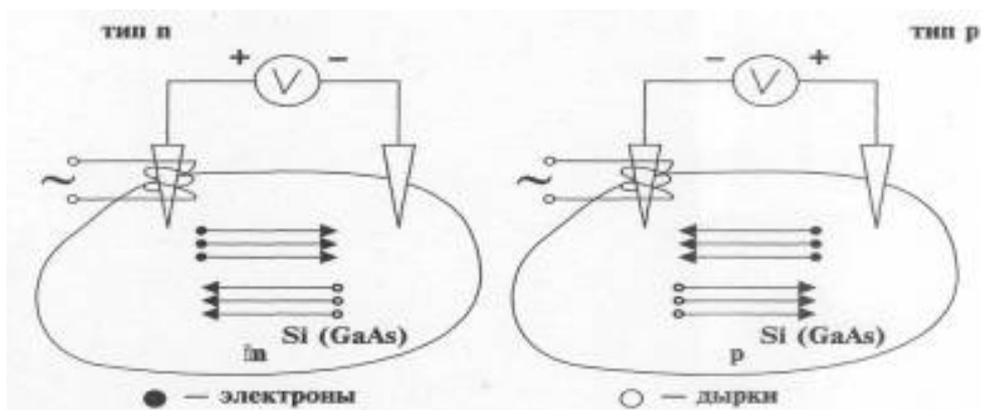


Рис. 3. Контроль типа проводимости полупроводников по знаку термо-ЭДС: а – n-тип; б – p-тип

Импульсный метод применяется для определения зоны повреждения кабеля в любых случаях, кроме заплывающего пробоя, при переходном сопротивлении до 150 Ом.

Метод основан на измерении интервала времени между моментами подачи зондирующего импульса переменного тока и приема отраженного импульса от места повреждения. Скорость распространения импульсов в кабельных линиях высокого и низкого напряжения величина постоянная и равна 160 м/мкс, поэтому по времени пробега импульса до места повреждения и обратно определяют расстояние до точки повреждения кабеля.

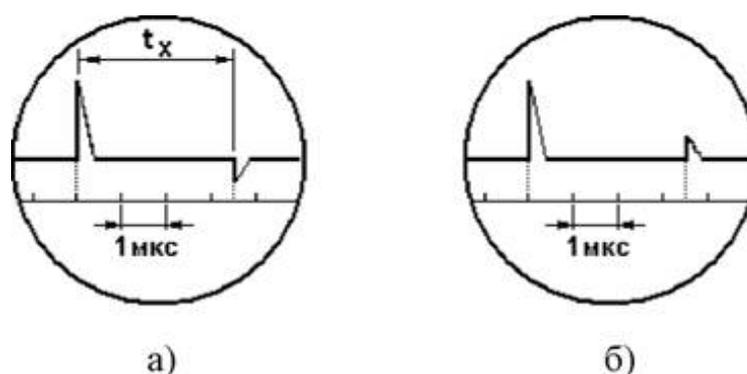


Рис. 4. Экран прибора при определении поврежденного кабеля

Рекомбинационное излучение люминесценция полупроводника (и диэлектриков), обусловленная рекомбинацией неравновесных электронов и дырок. В отличие от других видов люминесценции, под рекомбинационным излучением понимают процесс, которому предшествует образование свободных носителей заряда. По способу такого возбуждения различаются несколько видов рекомбинационного излучения: катодолюминесценция (возбуждение электронным пучком), используемая в люминесцентных экранах и как метод химического и структурного анализа, а также в полупроводниковых лазерах; электролюминесценция, применяемая в светодиодах и инжекционных лазерах; фотолюминесценция.

Электростатический порошковый метод. Физическая сущность электростатического порошкового метода заключается также в использовании трибоэлектрического эффекта. Наэлектризованный диэлектрический порошок, попадая на поверхность диэлектрического ОК, создает на нем электростатический заряд противоположного знака. Электростатическое поле на поверхности ОК искажается при наличии дефектов, например трещин, на краях которых создаются электростатические поля рассеяния. В результате порошок оседает на краях трещин, делая их визуально различимыми.

Чувствительность электростатического порошкового метода и аппаратура. Метод позволяет выявлять трещины с раскрытием 0,1 мкм, при этом порошковое изображение трещины может иметь ширину до 3 мм, т.е. происходит увеличение в 30 000 раз.

Методы электрического контроля позволяют определять дефекты различных материалов, измерять толщины покрытий и слоев, сортировать металлы по маркам, контролировать диэлектрические или полупроводниковые материалы.

Достоинствами данных методов является контроль объекта без демонтажа, осуществлять диагностику внутри объекта для нахождения неисправности

Недостатками перечисленных методов электрического НК являются необходимость контакта с объектом контроля, жесткие требования к чистоте поверхности изделия.

Список использованной литературы

1. Электроискровые, трибоэлектрические и электростатические приборы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://infopedia.su/12xc21c.html> (дата обращения: 20.12.2017).

2. Черничкин М.Ю., Большая энциклопедия электрика, энциклопедия для высшей школы. М.: Эксмо, 2010. С. 258.

3. Импульсный метод определения разрыва кабелей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/205-2011-07-12-02-35-30.html> (дата обращения: 20.12.2017).

4. ГОСТ 25315-82 Совокупность методов и средств электрического неразрушающего контроля. Введен 07.01.1983. М.: ИПК Издательство стандартов, 2005.

5. Князев И.А., Раевский М.П. Система ТСРМ, М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2006. С. 95.

I.S. Esenkin
Dalrybvtuz, Vladivosrok, Russia

ELECTRICAL NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS

The paper considers electrical methods of nondestructive testing. Examples of the use of methods in production are given.

Сведения об авторе: Есенкин Иван Сергеевич, ЭНп-112; e-mail: esenkin@mail.ru

УДК 53.8

Н.А. Кабанов
Научный руководитель – О.Ф. Лапаник, канд. пед. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Представлена история создания и принцип работы электродвигателя, а также применение устройства в различных отраслях промышленности.

Введение. История создания первого электродвигателя

История создания этого устройства начинается в первой половине XIX в. Ханс Кристиан Эрстед заметил, что при пропускании через проводник электрического тока магнитная стрелка компаса, который находился в непосредственной близости от провода, поворачивалась перпендикулярно проводнику, что он и продемонстрировал на своей лекции в 1820 г. в Копенгагенском университете.

Именно тогда впервые экспериментально была доказана взаимосвязь между электрическим током и магнетизмом (что в свою очередь дало толчок для развития теории микро-токов и макротокков, открытию электромагнитной индукции). Это открытие вдохновило целый ряд учёных: Ампреа, Био, Савара, Фарадея и др.

Последующие исследования в этой области привели к многочисленным попыткам возбудить ток в контуре с помощью магнитного поля. Эта фундаментальная задача была блестяще решена в 1821 г. английским физиком М. Фарадеем, открывшим явление электромагнитной индукции. Оно заключалось в том, что в замкнутом проводящем контуре при изменении потока магнитной индукции, охватываемого этим контуром, возникает электрический ток, получивший название индукционного. Также М. Фарадей сконструировал первый примитивный электродвигатель. Его конструкция представляла собой свободно висящий провод, который погружался в ванну с ртутью, в центре ванночки помещался постоянный магнит. Когда через провод пропускали электрический ток, провод начинал вращаться вокруг магнита. Этот двигатель часто демонстрируют на школьных уроках физики, только вместо токсичной ртути используется рассол.

Спустя некоторое время после экспериментов Фарадея русский физик Эмилий Ленц, обобщив проделанные Фарадеем опыты, сформулировал новый фундаментальный закон, дававший возможность безошибочно определить направление индуцированного тока.

Так называемый принцип обратимости был доказан Ленцем не только теоретически, но и экспериментально: катушка при ее вращении между полюсами магнита генерировала электрический ток, обратная реакция заключалась в том, что катушка начинала вращаться, если через неё пропускали ток.

В 1824 г. английский физик и математик Питер Барлоу представил свой первый униполярный двигатель, который впоследствии описал в своей книге «Исследование магнитных притяжений».

Это устройство представляло собой два медных колеса, находящихся на одной оси. В результате взаимодействия магнитного поля, порождаемого электрическим током, проходящим через колёса, с магнитным полем постоянных магнитов колёса начинали вращаться.

Учёные стремились создать электродвигатель для производственных нужд. Они пытались заставить железный сердечник двигаться в поле электромагнита возвратно-поступательно, чтобы это движение походило на движение поршня в цилиндре паровой машины.

Русско-прусский учёный Б.С. Якоби не принял во внимание возвратно-поступательное движение и в 1834 г. создал первый в мире практический применимый электродвигатель с вращающимся якорем, одновременно опубликовав свою научную работу «О применении электромагнетизма для приведения в движение машины».

Б.С. Якоби писал, что двигатель с вращающимся якорем прост в своей конструкции и «дает непосредственно круговое движение, которое гораздо легче преобразовать в другие виды движения, чем возвратно-поступательное».

В 1839 г. Якоби построил лодку с электромагнитным двигателем, который развивал 1 л. с. и двигал лодку с 12 пассажирами по Неве против течения. Это был первый случай в истории, когда электромагнетизм использовался в передвижении на дальние расстояния.

Основная часть. Устройство и принцип работы электродвигателя

Все электродвигатели работают по принципу магнитного притяжения и отталкивания.

Простой опыт показывает, что если между северным и южным полюсами магнита поместить проволоку и пропустить по ней ток, то её вытолкнет наружу. Дело в том, что проходя по проводнику, ток формирует вокруг себя круговое магнитное поле по всей длине провода. Именно этот процесс объясняет явление, которое наблюдал Эрстед, помещая магнитную стрелку рядом с проводником. Направление этого поля определяют по правилу левой руки.

Это очень важно, так как подобное мы никак не сможем повторить с двумя постоянными магнитами (создать вечный двигатель), так как взаимодействие однородных полей

постоянных магнитов в итоге приводит к балансированию и торможению, что не происходит при взаимодействии кругового магнитного поля провода и однородного поля магнита.

При взаимодействии кругового поля проводника и однородного поля магнита происходит следующее: результирующая сила выталкивает проводник из поля магнита под углом 90° в направлении, определяемом по правилу левой руки. Эта сила называется «амперовой», и её величина определяется по закону Ампера. Сила действия однородного магнитного поля на проводник с током прямо пропорциональна силе тока, длине проводника, магнитного поля и синуса угла вектора между вектором индукции магнитного поля и проводником. Это явление использовали как основной принцип работы первых электродвигателей, он же используется и сейчас.

Двигатели постоянного тока

В двигателях постоянного тока малой мощности для создания однородного магнитного поля применяются постоянные магниты. В электромоторах средней и большой мощности однородное магнитное поле создают с помощью обмотки электромагнита или индуктора.

Современный двигатель постоянного тока вместо одной рамки имеет якорь с множеством проводников, уложенных в пазы, а вместо постоянного подковообразного магнита – статор с обмоткой возбуждения с двумя и более полюсами.

Рассматриваемые устройства бывают переменного и постоянного тока. Во всех сферах, где применяется электродвигатель, чаще он имеет переменный ток. Такой мотор отличается простым принципом работы и легок в эксплуатации. Единственный существенный недостаток заключается в нерегулируемой частоте вращения. Электрические двигатели постоянного тока могут иметь наряду с последовательным параллельное и смешанное соединение обмоток статора и якоря. Их преимуществом является следующее: это способность регуляции частоты вращения. Однако при эксплуатации необходимо применение силы.

Электродвигатели переменного тока

Основным и главным отличием двигателя переменного тока от постоянного является то, что статором в двигателе переменного тока являются проводники, создающие круговое магнитное поле, а роль якоря в таком двигателе играет постоянный магнит.

Электрические двигатели переменного тока могут быть с одной или несколькими фазами. Устройствами, где применяется электродвигатель переменного тока, являются такие машины, которым не нужно регулировать частоту вращения. Они могут иметь различное назначение (дробилки, насосы, станки для обработки дерева и т.д.). Их мощность составляет от двух десятых до двухсот и выше киловатт.

Заключение. Применение электродвигателей

Двигатель представляет тип электрических машин, рассчитанных для преобразования энергии, а именно этот вид устройств превращает электроэнергию в двигательную силу или механическую работу.

Он пользуется большим спросом во многих отраслях. Их широко используют в промышленности, на станках различного предназначения и в других установках, в машиностроении, к примеру, землеройных, грузоподъемных машинах. Также они распространены в сферах народного хозяйства и бытовых приборах; во всех областях промышленности, начиная от деревообрабатывающей и горнодобывающей и заканчивая робототехникой и сложной инженерией. Будь то корабль, самолет, автомобиль или обычная стиральная машина, будь то вентиляция больших зданий, турбина ГЭС или многофункциональный робот – электродвигатель является неотъемлемой составной частью каждого из этих устройств.

Ещё электродвигатели применяются как главная составляющая электропривода различных станков, так и в составе с отдельными установками, где необходимо преобразование электрической энергии в механическую, например, вентиляторы с клиноременной передачей, косилки различных модификаций и т.д.

Спектр применения подобной машины позволяет нам полностью автоматизировать производство. Это устройство может приводить в движение станки и другие виды техники посредством выполнения определённых команд, информация о которых предварительно заносится в компьютерную программу.

Список использованной литературы

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высш. шк., 2004. С. 223–224.
2. Лихачёв В.Л. Электродвигатели асинхронные. М.: Солон-Р, 2002.
3. Виноградов Н.В. Как самому рассчитать и сделать электродвигатель. М.: Госэнергоиздат, 1958.

N.A. Kabanov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ELECTRIC MOTOR STRUCTURE. HISTORY OF THE CREATION OF ELECTRICAL MACHINES

History of creation and operating principle of the electric motor. Application of devices in various industries.

Сведения об авторе: Кабанов Никита Алексеевич, ТОБ-112.

УДК531.383+629.12.053.17

А.С. Ковтун
Научный руководитель – Е.Н. Бауло, канд. техн. наук, доцент
ФГОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ГИРОСКОП И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ

Рассмотрены некоторые виды гироскопов, а также их применение в технике.

Гироскоп – навигационный прибор, основным элементом которого является быстро вращающийся ротор, закрепленный так, что ось вращения может поворачиваться. Ротор – вращающаяся часть двигателей и рабочих машин.

До изобретения гироскопа человечество использовало различные методы определения направления в пространстве. Уже в древности появились первые приборы: отвес и уровень, основанные на гравитации. Преимуществом гироскопа перед более древними приборами являлось то, что он правильно работал в сложных условиях (плохая видимость, тряска, электромагнитные помехи). Однако вращение гироскопа быстро замедлялось из-за трения. Во второй половине XIX в. было предложено использовать электродвигатель для разгона и поддержания вращения гироскопа. Впервые на практике гироскоп был применен в 1880-х гг. инженером Обри для стабилизации курса торпеды. В XX в. гироскопы стали использоваться в самолетах, ракетах и подводных лодках вместо компаса или совместно с ним. Без гироскопов невозможно автоматическое управление торпедами. Самолеты и вертолеты оборудуются гироскопическими приборами, которые дают надежную информацию для систем стабилизации и навигации.

Целью данной работы являлось рассмотрение различных видов гироскопов и их применение в технике.

Задачи: 1. Рассмотреть классификацию гироскопов.

2. Оценить необходимости применение гироскопов в технике.

Гироскоп изобрёл Иоганн Боненбергер и опубликовал описание своего изобретения в 1817 г. Однако французский математик Пуассон ещё в 1813 г упоминает Боненбергера как изобретателя этого устройства. Главной частью гироскопа Боненбергера был вращающийся массивный шар в кардановом подвесе. В 1832 г. американец Уолтер Р. Джонсон придумал гироскоп с вращающимся диском. Французский учёный Лаплас рекомендовал это устройство в учебных целях. В 1852 г. французский учёный Фуко усовершенствовал гироскоп и впервые использовал его как прибор, показывающий изменение направления, через год после изобретения маятника Фуко, тоже основанного на сохранении вращательного момента. Именно Фуко придумал название «гироскоп», что означает «Наблюдать вращение». Фуко, как и Боненбергер, использовал карданов подвес [1].

Классификация гироскопов

1. Простейшие.
2. Механические.
3. Вибрационные.
4. Оптические.
5. Двухстепенные.
6. Трёхстепенные.

Простейшим гироскопом является обыкновенный детский волчок, быстро вращающийся вокруг своей оси. Ось волчка может изменять своё положение в пространстве, поскольку её верхний конец не закреплен. Это позволяет оси волчка занять любое положение в пространстве. Такой гироскоп имеет три степени свободы [2].

Свойства:

1. Ось стремится устойчиво сохранять в мировом пространстве приданное ей первоначальное направление.
2. На ось действуют сила или несколько сил, стремящиеся привести ось в движение.

Среди механических гироскопов выделяется роторный гироскоп – быстро вращающееся твёрдое тело, ось вращения которого может свободно изменять ориентацию в пространстве. При этом скорость вращения гироскопа значительно превышает скорость поворота оси его вращения (рис. 1).

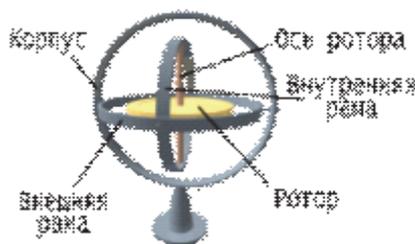


Рис. 1. Схема простейшего механического гироскопа в карданном подвесе

Упрощенное поведение гироскопа описывается уравнением:

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(I\vec{\omega})}{dt} = I\vec{\varepsilon}$$

Оптический гироскоп – оптико-электронный прибор, измеряющий абсолютную угловую скорость. Делятся на лазерные (активные оптические) гироскопы (рис. 2), пассивные оптические гироскопы, волоконно-оптические и интегрально-оптические. Принцип действия основан на эффекте Саньяка, открытом в 1913 г. Теоретически он объясняется с помощью специальной теории относительности, описывающей движение, законы механики и пространственно-временные отношения при произвольных скоростях движения, меньших

скорости света в вакууме, в том числе близких к скорости света. Согласно этой теории, скорость света постоянна в любой инерциальной системе отсчёта. В то время как в неинерциальной системе она может отличаться. При посылке луча света в направлении вращения прибора и против направления вращения разница во времени прихода лучей (определяемая интерферометром) позволяет найти разницу оптических путей лучей в инерциальной системе отсчёта и, следовательно, величину углового поворота прибора за время прохождения луча [3]. Величина эффекта прямо пропорциональна угловой скорости вращения интерферометра и площади, охватываемой путём распространения световых волн в интерферометре:

$$\Delta t = \frac{4S\Omega}{c^2},$$

где c – разность времён прихода лучей, выпущенных в разных направлениях, S – площадь контура, Ω – угловая скорость вращения гироскопа. Так как величина Δt очень мала, то её прямое измерение с помощью пассивных интерферометров возможно только в волоконно-оптических гироскопах с длиной волокна 500–1000 м. Во вращающемся кольцевом интерферометре лазерного гироскопа можно измерить фазовый сдвиг встречных волн, равный:

$$\Delta\varphi = \frac{8\pi S\Omega}{\lambda c},$$

где λ – длина волны.

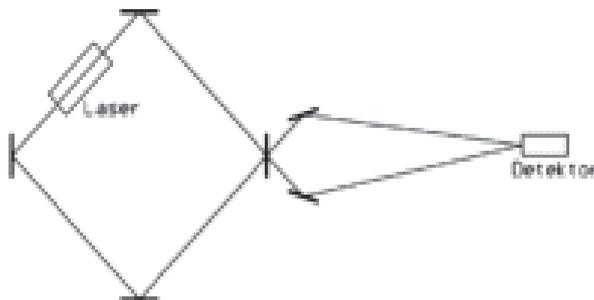


Рис. 2. Схема лазерного гироскопа

Существуют гироскопы, где основной частью является быстро вращающийся ротор, который имеет несколько степеней свободы. Гироскопы, у которых центр масс совпадает с центром подвеса O , называются астатическими, в противном случае – статическими гироскопами. Для обеспечения вращения ротора гироскопа с высокой скоростью применяются специальные гиромоторы [1]. Для управления гироскопом и снятия с него информации используются датчики угла и датчики момента. Гироскопы используются в виде компонентов как в системах навигации (авиагоризонт, гирокомпас), так и в системах ориентации и стабилизации космических аппаратов. При использовании в гировертикали показания гироскопа должны корректироваться маятником, так как из-за суточного вращения земли и ухода гироскопа, происходит отклонение от истинной вертикали. Кроме того, в механических гироскопах может использоваться смещение его центра масс, которое эквивалентно непосредственному воздействию маятника на гироскоп [4].

Большое применение находят гироскопические приборы для автоматического управления движением самолетов и кораблей. Для поддержания заданного курса корабля служит «авторулевой», а самолета – «автопилот». В приборе «авторулевой» применен свободный гироскоп с большим собственным моментом импульса и малой силой трения в

местах карданова подвеса. Направление движения корабля задается направлением оси свободного гироскопа. При любых отклонениях корабля от курса ось гироскопа сохраняет свое прежнее пространственное направление, а карданов подвес поворачивается относительно корпуса корабля. Поворот рамы карданова подвеса отслеживается при помощи специальных устройств, которые выдают команды автоматам на поворот руля и возвращение корабля на заданный курс [4].

«Автопилот» снабжен двумя гироскопами. У одного из них ось располагают вертикально, и в таком положении раскручивают гироскоп. Вертикально расположенная ось гироскопа задает горизонтальную плоскость. Ось второго гироскопа располагают горизонтально, ориентируя ее вдоль оси самолета. Этот гироскоп постоянно «знает» курс самолета. Оба гироскопа дают соответствующие команды механизмам управления, поддерживающим полет самолета по заданному курсу. В настоящее время автопилотами оборудованы все современные самолеты, предназначенные для длительных полетов. Гироскоп служит важной составной частью в системах управления космических аппаратов [3].

Гироскопы применяют также в системах навигации. Инерциальная навигация относится к такому способу определения местоположения в пространстве, при котором не используются данные каких-либо внешних источников. Все чувствительные элементы находятся непосредственно на борту транспортного средства. Инерциальные измерители линейных ускорений – акселерометры – установлены на так называемой гиростабилизированной платформе. Эта платформа, используя свойства гироскопа, обеспечивает строго горизонтальное положение осей чувствительности акселерометров. Измеренные ускорения дважды интегрируются, и таким образом выдается информация о приращении местоположения подвижного объекта. Объединенные общей задачей определения координат подвижного объекта гироскопы и акселерометры образуют инерциальную навигационную систему [2]. Помимо этой задачи, платформа предоставляет информацию об угловой ориентации объекта: углах крена, тангажа и рыскания, о скорости объекта. Гироскоп чаще всего применяется как чувствительный элемент указывающих гироскопических приборов и как датчик угла поворота или угловой скорости для устройств автоматического управления. В некоторых случаях, например в гиростабилизаторах, гироскопы используются как генераторы момента силы или энергии. Гироскопы могут быть как указывающими приборами, так и датчиками автопилота. Без гироскопов невозможно автоматическое управление торпедами. Самолеты и вертолеты оборудуются гироскопическими приборами, которые дают надежную информацию для систем стабилизации и навигации.

Список использованной литературы

1. Бороздин, В.Н. Гироскопические приборы и устройства систем управления: учеб. пособие / В.Н. Бороздин. М., 1990. 480 с.
2. Меркурьев, И.В. Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов / И.В. Меркурьев, В.В. Подалков. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 228 с.
3. Гироскопические системы / под ред. Д.С. Пельпора. М.: Высш. шк., 1986-1988. 564 с.
4. Павловский, М.А. Теория гироскопов: учебник для вузов / М.А. Павловский. Киев, 1986. 78 с.

A.S. Kovtun
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE GYROSCOPE AND ITS APPLICATION IN ENGINEERING

Considered some gyroscopes, as well as their use in. engineering.

Сведения об авторе: Ковтун Анастасия Сергеевна, УТб-112; -mail: kovtu1999@mail.ru

К.И. Марочкина

Научный руководитель – Л.В. Кучеренко, доктор техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия**ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Рассмотрены оптические методы неразрушающего контроля. Приведены примеры использования оптических методов неразрушающего контроля в различных областях производств.

Оптические методы неразрушающего контроля (МНК) регистрируют и анализируют параметры, присущие взаимодействующему с объектом оптическому излучению. Эти методы дают возможность обнаруживать пустоты, поры, расслоения, трещины, инородные включения, геометрические отклонения и внутренние напряжения в объектах контроля [1].

Наружный оптический контроль применяют для обнаружения дефектов практически из любых материалов. Внутренние дефекты с помощью этого метода можно обнаружить только в прозрачных материалах. Также производится контроль диаметров и толщины с помощью оптического способа, базирующегося на явлении дифракции. Шероховатость и сферичность выявляют методы, основанные на явлении интерференции.

Преимущества оптических МНК в их простоте, применении несложного оборудования и относительно небольшой трудоемкости, поэтому они нашли применение на различных стадиях изготовления деталей и элементов конструкций [2].

Оптические приборы обладают невысокой чувствительностью и достоверностью, поэтому используются только для определения достаточно крупных трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, открытых раковин, забоин. Они применяются также для обнаружения течей, загрязнений, наличия посторонних предметов и т.д. [3].

В строительстве МНК используются при измерении различных строительных элементов, строительных конструкций зданий и сооружений на отдельных этапах выполнения и после всех работ, контроле оборудования, приспособлений и оснастки для изготовления и монтажа элементов, разбивочных сетей и их элементов [4].

Неразрушающий контроль используется при выполнении линейных измерений, геодезическом контроле качества выполнения строительно-монтажных работ, при определении прочности бетона методом ударного импульса или методом отрыва со скалыванием или скалыванием ребра, при определении защитного слоя бетона, при тепловизионном контроле качества устройства ограждающих конструкций и в других случаях (рис. 1–5).

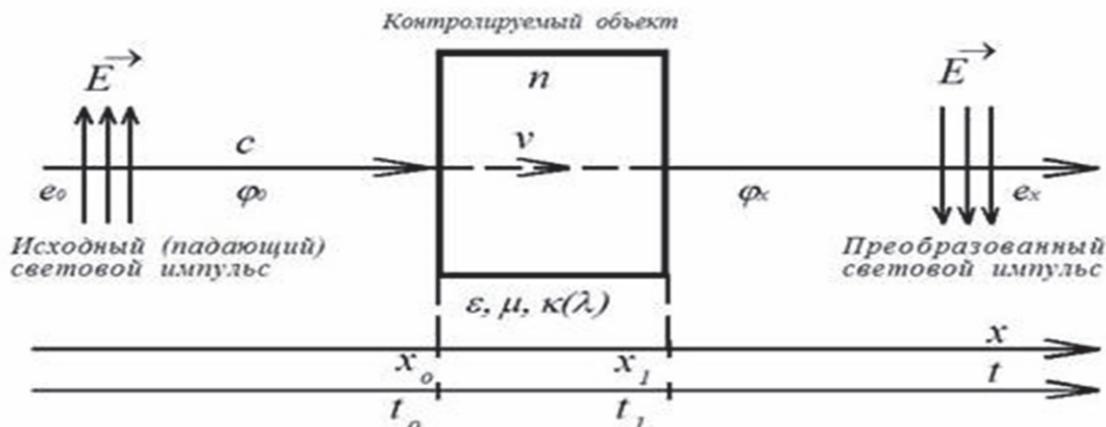


Рис. 1. Взаимодействие света с контролируемым объектом

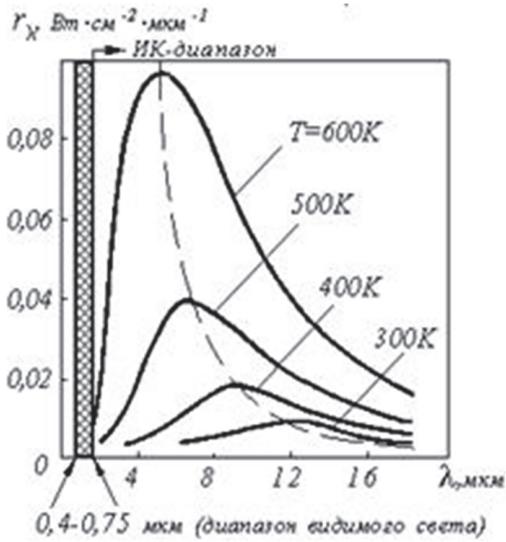


Рис. 2. Непрерывный спектр собственного излучения твёрдых тел с разной температурой

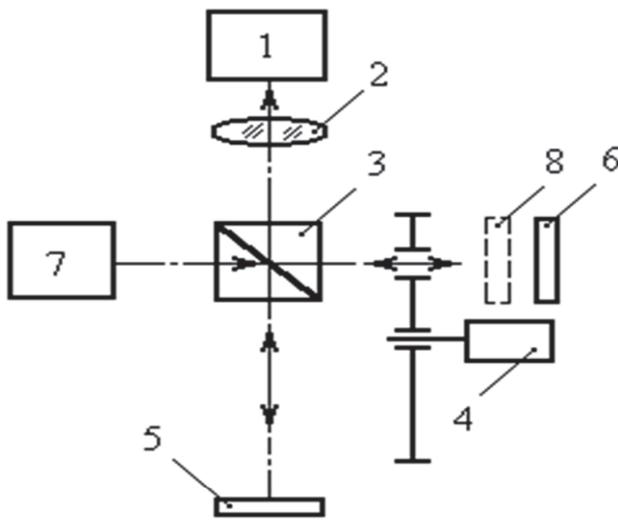


Рис. 3. Схема оптического компаратора с «оцвечиванием» каждого из оптических каналов:

- 1 – фотоприёмник или экран;
- 2 – объектив; 3 – светоделитель;
- 4 – зеркало; 5 – дефектоскопируемый объект; 6 – образцовый объект;
- 7 – блок освещения;
- 8 – оптические цветные фильтры

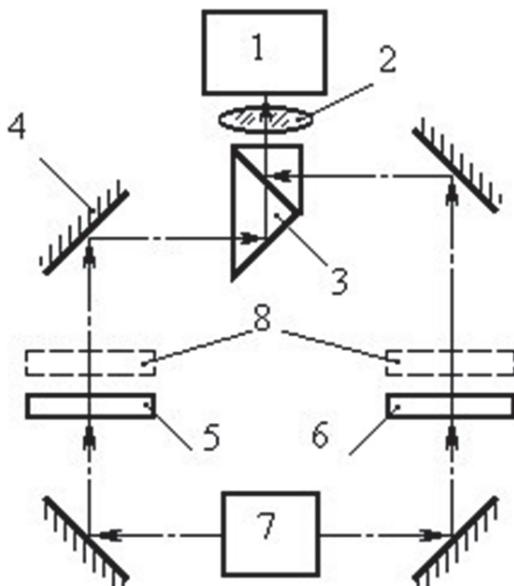


Рис. 4. Оптический компаратор с модуляцией светового потока в одном из каналов:

- 1 – фотоприёмник или экран;
- 2 – объектив; 3 – светоделитель;
- 4 – двигатель с обтюратором;
- 5 – дефектоскопируемый объект; 6 – эталонный объект;
- 7 – блок освещения;
- 8 – оптический фильтр

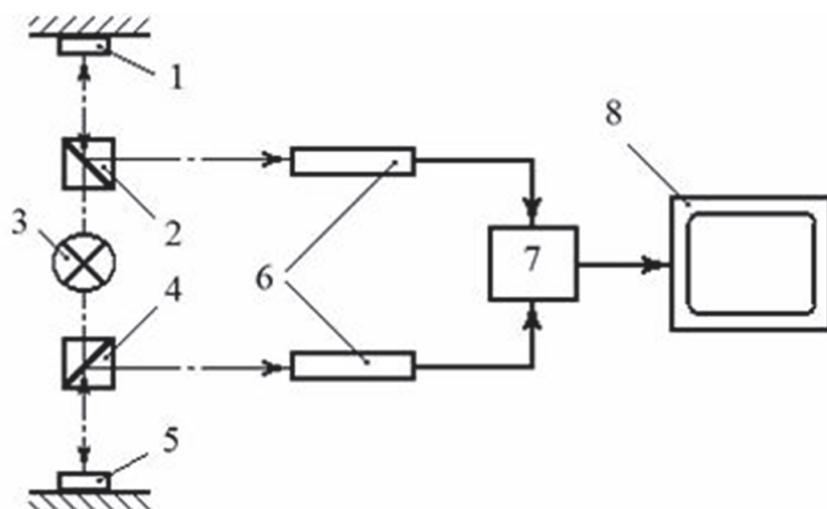


Рис.5. Телевизионный компаратор: 1 – контролируемый объект; 2, 4 – светоделители; 3 – источник освещения; 5 – эталонный объект; 6 – ТВ-камеры; 7 – блок сравнения (вычитания видеосигнала); 8 – ВКУ

Метод основан на фиксировании и анализе показателей оптического излучения [5].

Первичные информативные параметры аппаратуры: частотный, поляризационный, амплитудный, спектральный, фазовый, геометрический, временной.

В аппаратах фиксируется взаимодействие с контролируемым объектом физических полей: индуцированного, рассеянного, прошедшего, отраженного излучений.

Классификация оптических МНК по способу получения первоначальной информации: визуально-оптический, голографический, интерференционный, рефлексометрический, нефелометрический, рефрактометрический.

В зависимости от целей и задач используется тот или иной метод неразрушающего контроля. В некоторых случаях для получения более полной и информативной картины, используется несколько МНК.

Список использованной литературы

1. Неразрушающий контроль. Методы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.okorrozii.com/nerazrushayushchij-kontrol-metody.html>.
2. <http://refer.in.ua/major/223/76432/> (дата обращения: 14.05.2018).
3. Ермолов И.Н., Останин Ю.Я. Методы и средства неразрушающего контроля качества: учеб. пособие для инженерно-технических спец. вузов. М.: Высш. шк., 2002. 368 с.
4. Технические средства диагностирования: справ. / под общ. ред. В.В.Клюева. М.: Машиностроение, 2005. 672 с.
5. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: справочник: в 2 кн. / под ред. В.В.Клюева. М.: Машиностроение, 2006.
6. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение / пер. с франц. М.: Мир, 2005. 416 с.

К.И. Marochkina
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

OPTICAL METHODS OF NONDESTRUCTIVE TESTING

Optical methods of nondestructive testing were considered. Let's give examples of the use of optical of nondestructive testing in various areas of production.

Сведения об авторе: Марочкина Ксения Игоревна, ЭНБ-112; e-mail: ikonwinner@mail.ru

И.С. Решенок

Научный руководитель – Л.М. Яковенко, канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ И НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ

Нобелевская премия по физике 2017 г. стала самой предсказуемой из пяти номинантов этого года. Точно так же, как в 2013 г. все знали, что премию дадут Питеру Хиггсу «и кому-то еще» после открытия бозона Хиггса, обнаруженного в 2011 г. (а нобелевский цикл может занять до полутора лет от награждения до номинации). В этом году все однозначно ждали вручения премии «Кипу Торну и кому-то еще» за обнаружение гравитационных волн. Нобелевский комитет оправдал ожидания: премия по физике вручена «за решающий вклад в создание детектора LIGO и наблюдение гравитационных волн».

Введение

Гравитационные волны – изменения гравитационного поля, распространяющиеся подобно волнам. Излучаются движущимися массами, но после излучения отрываются от них и существуют независимо от этих масс.

Однако теория относительности добавляет большей наглядности волновой природе. Итак, мы уже знаем, что двигаясь и вращаясь, массивное тело создает искажение времени и пространства – и чем быстрее тело движется и/или вращается, тем сильнее итоговое искажение. Тут действует закон, характерный также для электрических и магнитных полей: если скорость движения будет непостоянной, будут создаваться волны. Только гравитационные волны – это не просто колебания энергии, но и колебания времени и пространства. Образно говоря, на гребне волны предметы и минуты сжимаются, становятся короче, а на скате – разглаживаются, приходят в порядок.

Эти пространственно-временные волны и есть выход той гравитационной энергии, о которой мы упоминали выше. Однако для их появления остается одно необходимое условие – переменная, непостоянная скорость элементов гравитационной системы, а это встречается достаточно редко. Например, в Солнечной системе все планеты замедляются в афелии, самой дальней от Солнца точке орбиты, и ускоряются в перигелии. Однако массы планет по сравнению с массой Солнца слишком малы, а перепады скорости – ничтожны, поэтому в виде гравитационных волн Солнце не теряет даже сотой доли той энергии, которую высвобождает своим излучением.

Иное дело двойные системы массивных объектов вроде звезд и черных дыр. Будучи относительно близко друг от друга, они вращаются одновременно в двух направлениях – вокруг общего центра тяжести между ними и вокруг собственной оси. Поскольку двойные системы имеют тенденцию к слиянию, они вращаются все ближе друг к другу, а оттого все интенсивнее. Такой танец гигантов, по мнению самого Эйнштейна, создает сильные гравитационные волны. Также источником колебаний могут служить мощные катаклизмы вроде вспышек сверхновых.

Обнаружение гравитационных волн

Впервые гравитационные волны были обнаружены 14 сентября 2015 г. на установках LIGO – лазерно-интерферометрической гравитационно-волновой обсерватории. Сигнал исходил от слияния двух черных дыр массами 36 и 29 солнечных масс на расстоянии примерно 1,3 млрд световых лет от Земли. За доли секунды примерно три солнечных массы превратились в гравитационные волны, максимальная мощность излучения которых была примерно в 50 раз больше, чем от всей видимой Вселенной.

Об открытии ученые сообщили 11 февраля 2016 г., оно было сделано во время инженерного цикла работы оборудования (калибровочных работ). Это значит, что обнаружение

гравитационных волн произошло до начала научного запуска. А в июне 2016 г. стало известно и о втором случае регистрации гравитационных волн, они были обнаружены сразу двумя детекторами LIGO 26 декабря 2015 г.

В отличие от сигнала, зарегистрированного при первом детектировании гравитационных волн, который был ясно виден на фоне шума, второй сигнал оказался слабее и не просматривался явно. Проанализировав характер мельчайших колебаний пробных масс детекторов, ученые сделали вывод, что обнаруженные гравитационные волны опять были порождены двумя черными дырами, на этот раз более легкими – массами в 14 и 8 масс Солнца.

Если первое обнаружение гравитационных волн подтвердило предсказание общей теории относительности Альберта Эйнштейна, сделанное в 1915 г., то регистрация двух сигналов в течение четырех месяцев первого цикла наблюдений детекторов Advanced LIGO позволит предсказывать, насколько часто будут обнаруживаться сигналы гравитационных волн в будущем.

Нобелевские лауреаты (рисунок)

Райнер Вайсс родился в 1932 г. в Берлине. В 1962 г. он получил степень Массачусетского технологического института, где он и работает до сих пор.

Барри Бариш родился в американском городе Омаха в 1936 г. В 1962 г. он защитил диссертацию в Калифорнийском университете в Беркли, сейчас работает в Калифорнийском технологическом институте (Калтех). 81-летний физик-лауреат Барри Бариш родился в Омахе, штат Небраска. Он является профессором физики Калифорнийского технологического института.

Кип Торн родился в 1940 г. в американском городе Логан. В 1965 г. получил степень PhD Принстонского университета, сейчас также работает в Калтехе. Однако премия будет разделена не поровну: половину ее (4,5 миллиона шведских крон) получит Райнер Вайсс, а оставшуюся половину разделят (по 2,25 млн) Барри Бариш и знаменитый не только теоретическими работами, но и своей популяризаторской деятельностью (фильм «Интерстеллар») Кип Торн.



Слева направо: Райнер Вайсс, Барри Бариш и Кип Торн

Список использованной литературы

1. <http://spacegid.com/gravity-waves.html>.
2. https://www.gazeta.ru/science/2017/10/03_a_10915453.
3. <https://indicator.ru/article/2017/10/03/za-chto-dali-nobelevskuyu-premiyu-po-fizike-2017/>.

I.S. Reshenok
Dalrybvtыз, Vladivostok, Russia

GRAVITATIONAL WAVES AND NOBEL LAUREATES

The 2017 Nobel prize in physics was the most predictable of the five Nobel prizes this year. Just as everyone knew in 2013 that the prize would be given to Peter Higgs «and someone else» after the Higgs boson discovered in 2011 was discovered (and the Nobel cycle can take up to one and a half years from the award to the nomination). This year, everyone was definitely waiting for the award «Kip Thorne and someone else» for the detection of gravitational waves. The Nobel Committee did not disappoint: the award for physics was awarded «for the decisive contribution to the creation of THE Ligo detector and the observation of gravitational waves».

Сведения об авторе: Решенок Ирина Сергеевна, БТб-112; e-mail: r.irina1999@mail.ru

УДК 621.319.4+53

Г.Г. Сапронов
Научный руководитель – И.М. Слабженникова, канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СОВРЕМЕННАЯ СЕПАРАЦИЯ ТОПЛИВА НА СУДАХ

Рассмотрен наиболее эффективный способ очистки тяжёлого топлива на судне, произведён разбор физического явления агрегата, движения частиц и жидкостей с помощью теоретического материала, показано сравнение показателей эффективности сепаратора по сравнению с фильтром. В данной работе рассматривается сепаратор фирмы Альфа-Лаваль типа S.

На протяжении последних десятилетий экономика морских перевозок приводит к использованию все более дешёвых топлив. В вопросах, связанных со стабильностью и мониторингом эксплуатационных свойств судовых топлив, наметилась тенденция к росту улучшения показателей очищения топлива от примесей из-за экономически вынужденного снижения качественных показателей топлива и его удешевления. Подготовка топлива и регенерация масла в судовых условиях имеет большое значение для безаварийной и экономической эксплуатации судна, и поэтому процессу топливоподготовки и маслоочистки уделяют особое внимание. При работе на тяжелых сортах топлива судомеханики сталкиваются с очень низким его качеством: отличие плотности топлива от паспортной – неоднозначная плотность бункера или превышение плотности топлива по отношению к плотности воды, что создает данные трудности очистки топлива. В связи с этим необходимо более глубокое изучение процессов очистки топлива.

На судне используются три способа очистки тяжёлого топлива.

Первый способ – отстой в отстойной цистерне в течение 20–22 ч. За это время тяжёлые частицы и вода оседают на дне отстойной цистерны с последующим удалением через спускной кран.

Второй способ (наиболее эффективный) – сепарирование топлива с помощью центробежного сепаратора, где происходит отделение посторонних частиц и воды от топлива и их удаление за счёт разности плотностей компонентов, содержащихся в топливе, с помощью центробежных сил.

Третий способ – фильтрация. Отсепарированное топливо из расходной цистерны топливоподкачивающим насосом под давлением (0,4–0,6) МПа пропускается через топливный фильтр и после него подаётся к топливным насосам дизеля [1].

В настоящей работе разобран самый эффективный способ фильтрации, а именно центробежное сепарирование (рис. 1). Сепарация – процесс разделения двух и более сред (разделение двух жидкостей и твёрдого осадка). Сепаратор состоит из технологической секции и секции привода с электродвигателем. Рама сепаратора состоит из нижнего корпуса и колпака рамы. К раме прикреплен электродвигатель. Опорные пятки рамы поглощают вибрацию. В нижней части сепаратора находятся плоскопеременная передача, центробежная муфта сцепления и вертикальный вал. Нижний корпус состоит из масляной ванны для смазки подшипников вала. В колпаке рамы находятся технологические детали сепаратора; входные устройства, выходные устройства, выходные устройства и трубопровод. Технологическая жидкость очищается в барабане сепаратора. Барабан крепится на верхней части вертикального вала и вращается с высокой скоростью внутри колпака рамы. В колпаке находится также разгрузочный механизм, который осуществляется вывод осадка во время работы. Датчик скорости, датчик дисбаланса и выключатель блокировки являются частью контрольного оборудования сепаратора [2].

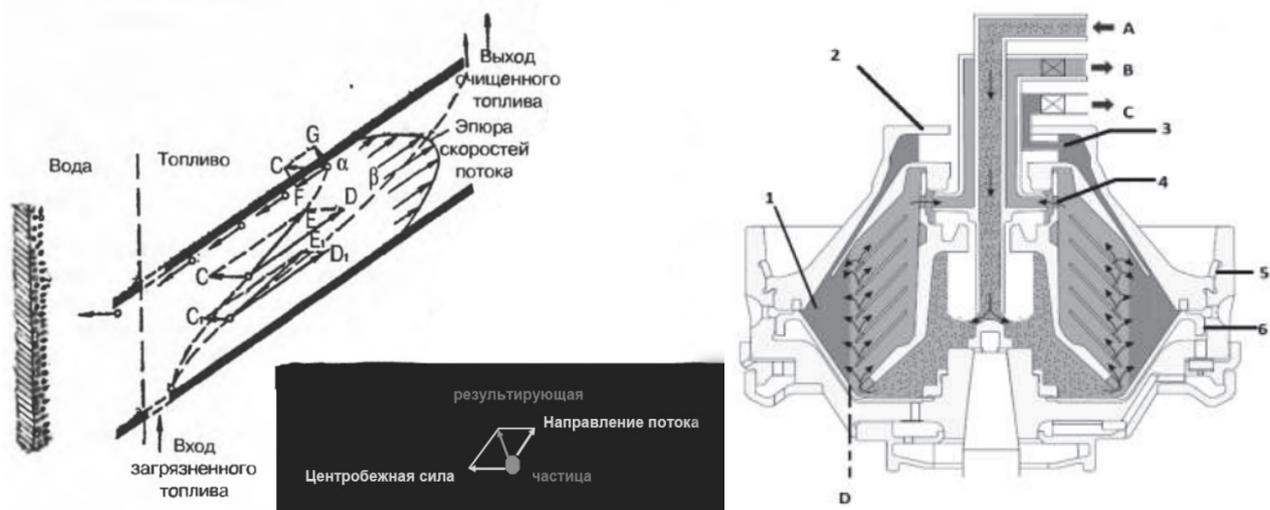


Рис. 1. Принцип центробежной очистки топлива в сепараторе и схема действия сил

Барабан сепаратора приводится во вращение от электродвигателя с помощью привода, включающего фрикционную муфту и ременную передачу. Барабан сепаратора крепится на верхнем конце оси, установленной в подшипниках и поддерживаемой специальными составными пружинами. Работа сепаратора проходит следующим образом. При закрытом барабане неочищенное топливо поступает в барабан по центральному неподвижному патрубку и, проходя через каналы нижнего распределителя, поступает в пакет тарелок барабана. Отделение загрязняющих примесей осуществляется в зазорах между тарелками (дисками) [2]. Каждая частица, отличающаяся по плотности от сепарируемого топлива, подвергается действию двух сил C и D . Центробежная сила C , зависящая от частоты вращения барабана и массы частицы (ее размера и плотности), стремится отбросить частицу к периферии барабана. Ей препятствует сила вязкого трения D , стремящаяся увлечь частицу вслед за потоком топлива. Сила D зависит от скорости движения топлива и его вязкости, на которые можно воздействовать, меняя производительность сепаратора и температуру подогрева топлива. Составляющая этой силы C прижимает частицу к диску, а составляющая F перемещает ее по поверхности диска к периферии, отбрасывая в шламовую камеру 1 , а чистое топливо движется к центру барабана и откачивается неподвижным разделительным диском 4 (насажен на центральный патрубок) в выходной патрубок. Скопившаяся вода из шламовой камеры поступает в водоотводящую камеру, откуда с помощью водоотделительной трубки 3 поступает в выходной патрубок. Подобный процесс происходит при условии, что центробежная сила C относительно велика в сравнении с силой D . Если же

сила С мала – малы размеры и плотность частицы или недостаточна частота вращения барабана сепаратора, а сила D велика – значительны вязкость топлива или скорость его потока (велика производительность сепаратора), то частица, находясь под действием сил С и D будет двигаться по траектории Б. В соприкосновение с верхним диском она не придет и покинет сепаратор вместе с очищаемым топливом. Из этого можно заключить, что качество очистки топлива в большой степени зависит от величины силы D. Чем меньше эта сила, тем полнее будет происходить очистка топлива, тем меньшие по своим размерам и плотности частицы загрязняющих примесей будут отделяться от топлива и удаляться в шлам [3]. Поэтому необходимо поддерживать достаточно высокую температуру подогрева топлива и осуществлять сепарацию при малой производительности, по возможности, не превышающей 50 % ее паспортного значения. Верхним допустимым пределом подогрева топлива является температура кипения воды. Обычно не рекомендуется подогревать топливо выше 95 °С (для маловязкого дистиллятного топлива замедленного коксования или термоконтактного крекинга температура подогрева не должна превышать 35–40 °С, в противном случае из топлива в процессе его сепарации могут выделиться асфальтосмолистые соединения) [2].

При установившемся процессе сепарирования в барабане создается так называемый «нейтральный слой» – условная цилиндрическая поверхность раздела фаз топлива и воды. Обычно диаметр этой поверхности соответствует положению водоотделительной трубки, т.е. «нейтральный слой» может смещаться или к центру барабана или к его периферии.

Положение «нейтрального слоя» зависит от гидродинамического равновесия трёх потоков, поступающего топлива и выходящих потоков чистого топлива и воды. Граница топлива и воды также напрямую зависит от разницы плотностей воды и топлива, температуры, вязкости, расхода и давлений воды и очищенного топлива на выходе из барабана сепаратора. В качестве иллюстраций к сказанному на рис. 2 показаны схемы расположения «нейтрального слоя» при различных положениях водоотделительной трубки [4].

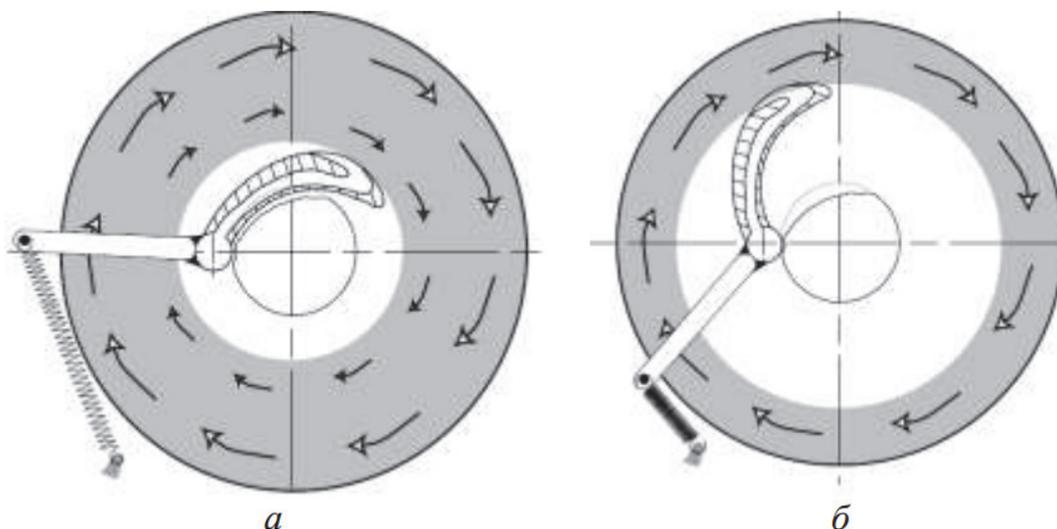


Рис. 2. Положение нейтрального слоя: а – нейтральный слой сместился к центру; б – нейтральный слой сместился к периферии

$$V_g = \frac{d^2(p_p - p_L)}{18\eta} g \rightarrow V_c = \frac{d^2(p_\omega - p_O)}{18\eta} r\omega^2,$$

где V_c – Гравитационная скорость осаждения, м/с; d^2 – размер капли, мм \emptyset ; p_ω – плотность тяжелой фазы, кг/м³, p_O – плотность легкой фазы, кг/м³; $r\omega^2$ – центробежное ускорение, м/с², η – вязкость непрерывной фазы, кг/мс.

На рис. 3 изображено отношение изменения плотности топлива на 15 °С и смещение интерфейса на миллиметр/градус °С (нейтрального слоя).

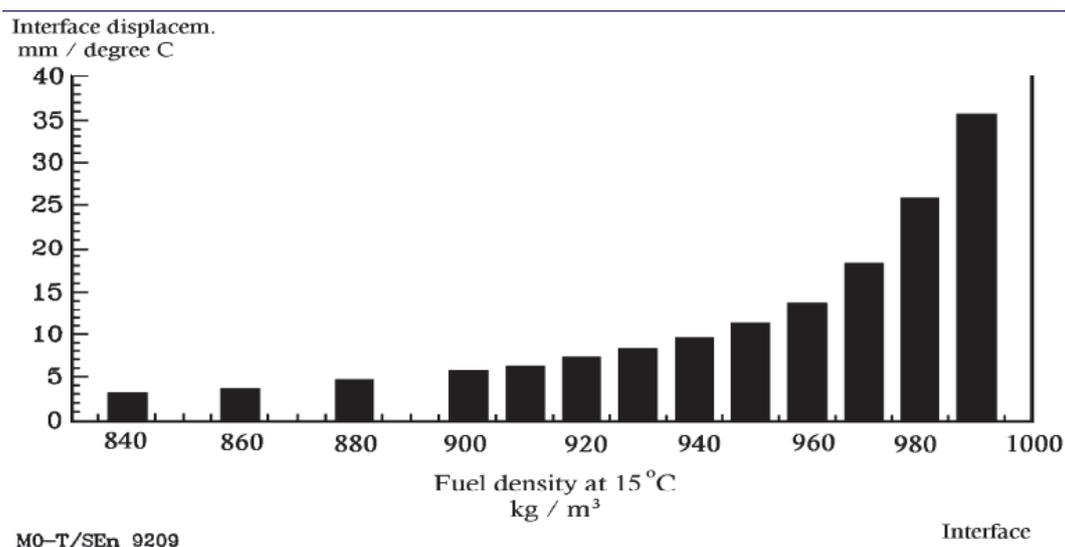


Рис. 3. Чувствительность границы раздела к изменению температуры топлива на 1 °С

Очистка топлива в сепараторе основана на разности создаваемых в нем центробежных сил, в свою очередь определяемой различием в плотностях очищаемого нефтепродукта и находящихся в нем примесей. Качество очистки зависит также от продолжительности нахождения топлива в барабане сепаратора: чем она больше, тем лучше и полнее очистка. Продолжительность пребывания топлива в сепараторе зависит от скорости его продвижения между тарелками, а последняя определяется задаваемой скоростью его поступления в сепаратор и вязкостью, в свою очередь зависящей от температуры топлива [3].

Для выбора оптимального режима работы сепаратора следует руководствоваться графиками (рис. 4, а, б), с помощью которых скорость подачи и температура подогрева определяются в зависимости от вязкости: большая вязкость топлива требует увеличения температуры и снижения скорости подачи.

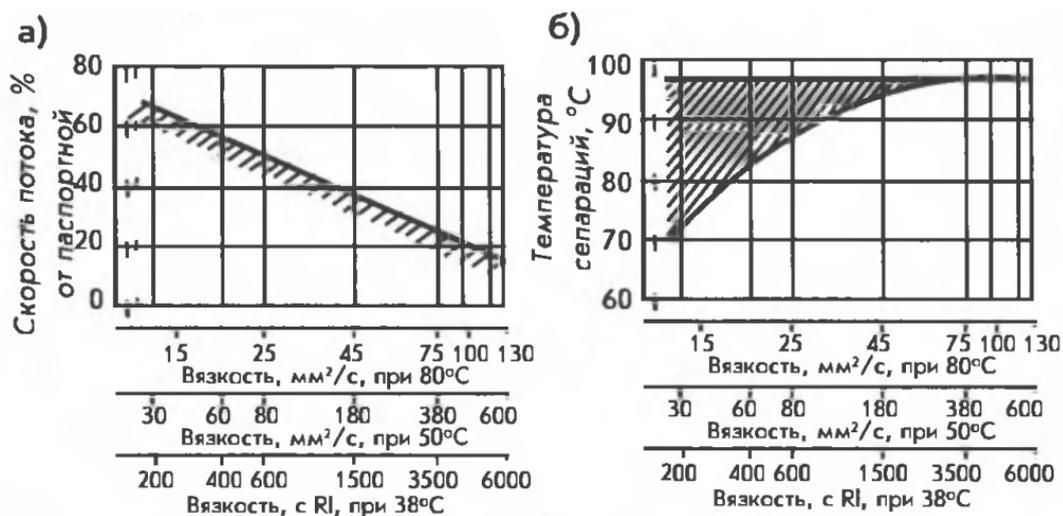


Рис. 4. Зависимости скорости подачи сепаратора (а) и температуры подогрева топлива (б) от вязкости

Под сепарационной характеристикой понимают зависимость вероятности излучения частиц в какой либо продукт сепарации от разделительного признака. Сепарационная ха-

характеристика показывает разделительную способность сепарационного аппарата. Одним из ее основных свойств является постоянство при изменении в некоторых пределах состава сепарируемого материала [4]. На рис. 5 изображено, что увеличенный поток насоса негативно сказывается на эффективности сепарации.

В таблице указана сравнительная эффективность сепаратора по отношению к фильтрам, выраженная в процентах. Данные значения получены по результатам исследований на 44 судах при нормальном режиме эксплуатации.

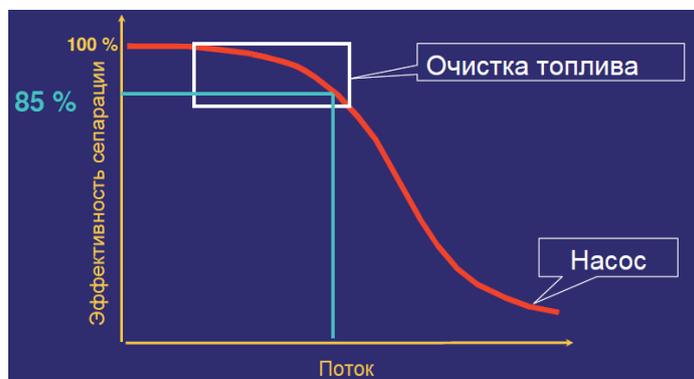


Рис. 5. Характеристика сепарации

Вещество	Сепаратор	Фильтр
Частицы <4 мкм	65–85	5–10
Каталитические фракции	60–90	~5
Железо	40–60	~5
Натрий	40–50	<5

Компоненты, которые эффективно удаляются сепарацией: вода, натрий, алюминий, кремний, железо, магний, сажа/зола, кальций.

Качество сепарации

Оптимальное положение границы раздела фаз обеспечивается:

- правильным размером гравитационного диска;
- продолжительностью пребывания топлива в сепараторе;
- чистым пакетом тарелок;
- поддержанием следующих величин подаваемого топлива:
 - постоянные свойства топлива = вязкость и плотность;
 - постоянная подача топлива;
 - постоянная температура.

Заключение

В ходе изучения эффективного способа очистки тяжёлого топлива на судне, а именно сепаратора был произведён анализ физического явления агрегата, движения частиц и жидкостей, выявлены преимущественные показатели эффективности сепаратора по сравнению с фильтром. Также в работе были даны рекомендации наилучшей регулировки топлива для лучшей работы сепараторы.

Список использованной литературы

1. Судовые сепараторы топлива и масла: учеб. пособие / В.М. Харин, Н.Н Кобяков, Э.В. Корнилов; под. ред. В.М. Харина. Одесса: Латстар, 2001. 104 с.
2. Судовые энергетические установки: научно-технический сборник. Вып. 28. Одесса: ОНМА, 2011. 144 с.

3. Топливо и топливные системы судовых дизелей / Ю.А. Пахомов, Ю.П. Коробков, Е.В. Дмитриевский, Г.Л. Васильев; под ред. канд. техн. наук Ю.А.Пахомова. М.: РКонсульт, 2004. 496 с.

4. <http://mydocx.ru/1-52942.html>

G.G. Saprnov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THE MODERN SEPARATION OF FUEL ON SHIPS

In this paper, the most effective method of cleaning heavy fuel on a ship is considered, the physical phenomenon of the unit, the motion of particles and liquids with the help of a theoretical material is analyzed, a comparison of the separator efficiency indicators in comparison with the filter is shown. In this paper a separator of the company Alfa Laval s type.

Сведения об авторе: Сапронов Геннадий Геннадьевич, СМС-112; e-mail: gena.saprnov01@yandex.ru

УДК 637.612

Н.А. Степанов
Научный руководитель – Л.М. Яковенко, канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА

Рассмотрены различные типы соленоидов и их практическое применение. Исследовано магнитное поле соленоида с помощью датчика Холла.

Соленоиды применяются во многих отраслях промышленности и во многих областях гражданской сферы деятельности. Часто поступательные электроприводы — это как раз пример работы соленоидов на постоянном токе. Ножницы отрезания чеков в кассовых аппаратах, клапаны двигателей, тяговое реле стартера, клапаны гидравлических систем и т.д. На переменном токе соленоиды работают в качестве индукторов тигельных печей.

Обмотки соленоидов, как правило, изготавливают из медного, реже – из алюминиевого провода. В высокотехнологичных отраслях применяют обмотки из сверхпроводников. Сердечники могут быть железными, чугунными, ферритовыми или из иных сплавов, часто в форме пакета листов, а могут и вовсе отсутствовать.

В зависимости от назначения электрической машины сердечник делается из того или иного материала. Устройства типа подъемных электромагнитов, сортирующие семена, очистители угля и т.д. Далее рассмотрим несколько примеров применения соленоидов.

Электромагнитный клапан трубопровода

Пока напряжение на обмотку соленоида не подано, тарелка клапана плотно прижата к пилотному отверстию пружиной, и трубопровод перекрыт (рис. 1). При подаче тока в обмотку клапана якорь и соединенная с ним тарелка клапана поднимаются, втягиваясь катушкой, противодействуя пружине и открывая пилотное отверстие (рис. 2).

Разность давлений с разных сторон от клапана приводит к движению жидкости в трубопроводе, и, пока на катушку клапана подано напряжение, трубопровод не перекрыт.

Когда питание с соленоида снято, пружину больше ничего не удерживает, и тарелка клапана устремляется вниз, перекрывая пилотное отверстие. Трубопровод вновь перекрыт.



Рис. 1. Трубопровод перекрыт



Рис. 2. Трубопровод открыт

Втягивающее реле стартера автомобиля

Стартер (рис. 3–4) является по сути мощным мотором постоянного тока с питанием от аккумулятора автомобиля. В момент пуска двигателя зубчатая шестерня стартера (бендикс) должна быстро сцепиться с маховиком коленвала на некоторое время, и одновременно включается мотор стартера. Соленоид здесь – обмотка втягивающего реле стартера.

Втягивающее реле установлено на корпусе стартера, и при подаче питания к обмотке реле происходит втягивание железного сердечника, соединенного с механизмом, выдвигающим шестерню вперед. После пуска двигателя питание с обмотки реле снимается, и шестерня возвращается обратно благодаря пружине.

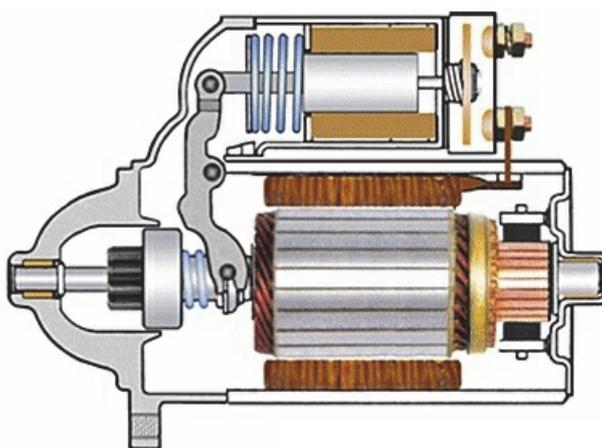


Рис. 3. Стартер без втягивания

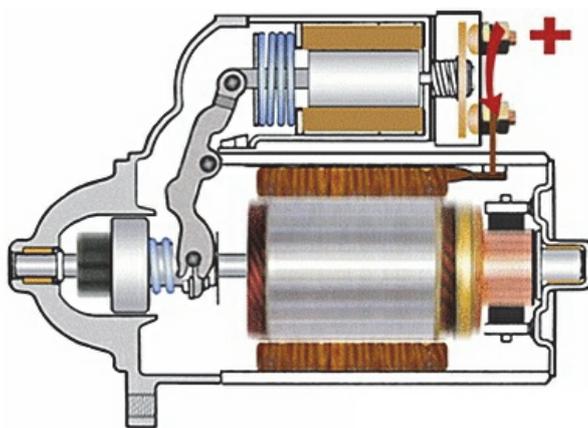


Рис. 4. Стартер со втягиванием

Соленоидный замок

В соленоидных электрозамках (рис. 5) ригель приводится в движение усилием электромагнита. Такие замки применяются в системах контроля доступа и в шлюзовых дверных системах. Оборудованная таким замком дверь может быть открыта только в период действия управляющего сигнала. После снятия этого сигнала закрытая дверь останется закрытой независимо от того, открывалась ли она.

К преимуществам соленоидных замков можно отнести их конструкцию – она намного проще, чем у моторных замков, более износостойка. Как видим, здесь соленоид снова работает в паре с возвратной пружиной.



Рис. 5. Замок

Соленоидный индуктор сквозного нагрева

При сквозном нагреве используют обычно соленоидные многослойные индукторы (рис. 6). Обмотку индуктора изготавливают из медной трубки с водяным охлаждением или из медной шины.



Рис. 6. Соленоидный индуктор

В установках средней частоты используют однослойные обмотки, а в установках промышленной частоты обмотка может быть как однослойной, так и многослойной. Это связано с возможным уменьшением электрических потерь в индукторе и с условиями согласования параметров нагрузки и с параметрами источника питания по напряжению и коэффициенту мощности. Для обеспечения жесткости катушки индуктора чаще всего применяют ее стяжку между торцовыми асбестоцементными плитами.

В современных установках индукционной закалки и нагрева соленоиды работают в режиме питания переменным током высокой частоты, поэтому ферромагнитный сердечник им, как правило, не нужен.

Соленоидный двигатель

В однокатушечных соленоидных двигателях включение и выключение рабочей катушки приводит к механическому движению кривошипно-шатунного механизма, причем возврат осуществляется опять же пружиной, подобно тому, как это происходит в электромагнитном клапане и в соленоидном замке.

В многокатушечных соленоидных двигателях попеременное включение катушек осуществляется при помощи вентиля. К каждой катушке ток от источника питания подается в один из полупериодов синусоидального напряжения. Сердечник поочередно втягивается то одной, то другой катушкой, совершая возвратно-поступательное движение, приводя во вращение коленчатый вал или колесо.

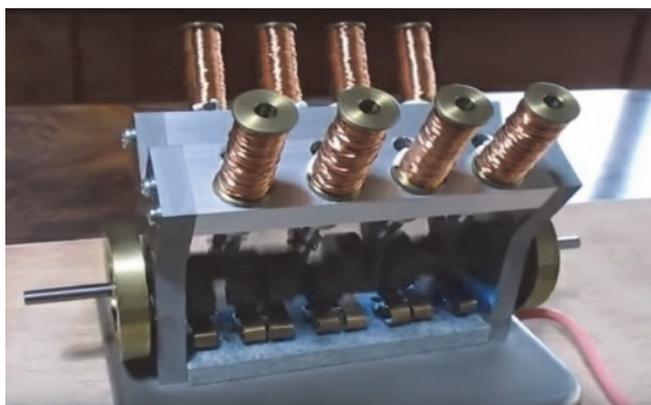


Рис. 7. Соленоидный двигатель

Соленоиды на экспериментальных установках

Экспериментальные установки типа детектора ATLAS, работающие на Большом адронном коллайдере в ЦЕРН, используют мощные электромагниты, которые тоже включают в себя соленоиды. Эксперименты в физике элементарных частиц проводятся с целью обнаружения строительных блоков материи и изучения фундаментальных сил природы, на которых держится наша Вселенная.



Рис. 8. Установка

Катушки Тесла

Наконец, ценители наследия Николы Тесла всегда используют соленоиды для построения катушек. Вторичная обмотка трансформатора Тесла – не что иное, как соленоид. И длина провода в катушке оказывается очень важной, ведь строители катушек используют здесь соленоиды не как электромагниты, а как волноводы, как резонаторы, в которых как в любом колебательном контуре есть не только индуктивность провода, но и емкость, формируемая в данном случае расположенными вплотную друг к другу витками. Кстати, тороид на вершине вторичной обмотки призван как раз скомпенсировать эту распределенную емкость.



Рис. 9. Катушка Тесла

Список использованной литературы

1. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спирин Г.Г. Курс общей физики. М.: Высш. шк., 2003. 438 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. СПб.: Лань, 2006. Т. 2.
3. Физическая энциклопедия / под ред. А.М. Прохоров. М: Большая Российская энциклопедия, 1992. Т. 3. 672 с.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. М: Академия, 2007. 558 с.

N.A. Stepanov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

SOLENOID

Various types of solenoids and their practical application are considered. The magnetic field of a solenoid was investigated using a Hall sensor

Сведения об авторе: Степанов Никита Александрович, БТб-112, e-mail: real.nikita.stepanov.1810@gmail.com

М.С. Тимченко
Научный руководитель – О.Ф. Лапаник, канд. пед. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Рассматривается принцип действия лазеров, их характеристики и свойства, применение в различных сферах, а также немного истории.

История создания лазера

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 посредством вынужденного испускания. Таким образом, в самом термине «лазер» отражена так фундаментальная роль процессов вынужденного испускания, которую они играют в генераторах и усилителях когерентного света. Поэтому историю создания лазера следует начинать с 1917 г., когда Альберт Эйнштейн впервые ввел представление о вынужденном испускании.

Первоначально этот способ усиления излучения оказался реализованным в радиодиапазоне, а точнее в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ-диапазоне). В мае 1952 г. на Общесоюзной конференции по радиоспектроскопии советские физики Н.Г. Басов и А.М. Прохоров сделали доклад о принципиальной возможности создания усилителя излучения в СВЧ-диапазоне. Они назвали его «молекулярным генератором» (предполагалось использовать пучок молекул аммиака). Практически одновременно предложение об использовании вынужденного испускания для усиления и генерирования миллиметровых волн было высказано в Колумбийском университете в США американским физиком Ч. Таунсом.

Спустя десять лет после создания лазера, в 1964 г. на церемонии, посвященной вручению Нобелевской премии, академик А.М. Прохоров сказал: «Казалось бы, что после создания мазеров в радиодиапазоне вскоре будут созданы квантовые генераторы в оптическом диапазоне. Однако этого не случилось. Они были созданы только через пять-шесть лет. Чем это объясняется? Здесь были две трудности. Первая трудность заключалась в том, что тогда не были предложены резонаторы для оптического диапазона длин волн, и вторая – не были предложены конкретные системы и методы получения инверсной заселенности в оптическом диапазоне».

Таким образом, интенсивные теоретические и экспериментальные исследования в СССР и США вплотную подвели ученых в самом конце 50-х годов к созданию лазера. Успех выпал на долю американского физика Т. Меймана.

Так начинается новый, «лазерный» период оптики. С начала своего возникновения лазерная техника развивается исключительно быстрыми темпами. Появляются новые типы лазеров и одновременно совершенствуются старые. Это послужило причиной глубокого проникновения лазеров во многие отрасли народного хозяйства.

Принцип работы лазера

Принципиальная схема лазера крайне проста: активный элемент, помещенный между двумя взаимно параллельными зеркалами. Зеркала образуют так называемый оптический резонатор; одно из зеркал делают слегка прозрачным, сквозь это зеркало из резонатора выходит лазерный луч. Чтобы началась генерация лазерного излучения, необходимо «накачать» активный элемент энергией от некоторого источника (его называют устройством накачки) (рис. 1).

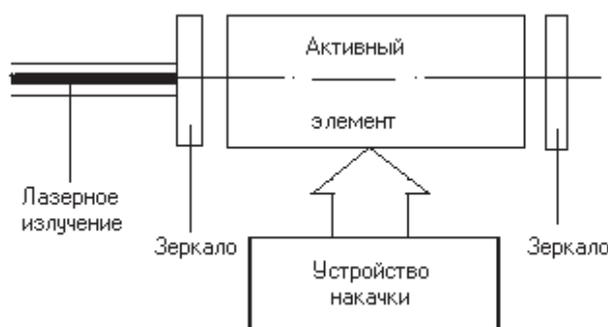


Рис. 1. Устройство лазера

Действительно, основной физический процесс, определяющий действие лазера, – это вынужденное испускание излучения. Оно происходит при взаимодействии фотона с возбужденным атомом при точном совпадении энергии фотона с энергией возбуждения атома (или молекулы).

В результате этого взаимодействия возбужденный атом переходит в невозбужденное состояние, а избыток энергии излучается в виде нового фотона с точно такой же энергией, направлением распространения и поляризацией, как и у первичного фотона. Таким образом, следствием данного процесса является наличие уже двух абсолютно идентичных фотонов. При дальнейшем взаимодействии этих фотонов с возбужденными атомами, аналогичными первому атому, может возникнуть «цепная реакция» размножения одинаковых фотонов, «летающих» абсолютно точно в одном направлении, что приведет к появлению узконаправленного светового луча. Для возникновения лавины идентичных фотонов необходима среда, в которой возбужденных атомов было бы больше, чем невозбужденных, поскольку при взаимодействии фотонов с невозбужденными атомами происходило бы поглощение фотонов. Такая среда называется средой с инверсной населенностью уровней энергии (рис. 2).

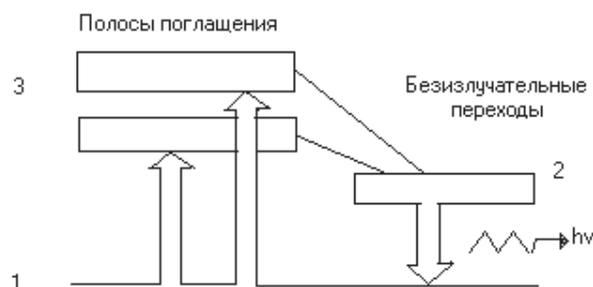


Рис. 2. Схематическое изображение среды с инверсной населенностью уровней энергии

Итак, кроме вынужденного испускания фотонов возбужденными атомами происходят также процесс самопроизвольного, спонтанного испускания фотонов при переходе возбужденных атомов в невозбужденное состояние и процесс поглощения фотонов при переходе атомов из невозбужденного состояния в возбужденное. Эти три процесса, сопровождающие переходы атомов в возбужденные состояния и обратно, были постулированы, как уже говорилось выше, А. Эйнштейном в 1916 г.

Если число возбужденных атомов велико и существует инверсная населенность уровней (в верхнем, возбужденном состоянии атомов больше, чем в нижнем, невозбужденном), то первый же фотон, родившийся в результате спонтанного излучения, вызовет нарастающую лавину появления идентичных ему фотонов. Произойдет усиление спонтанного излучения.

При одновременном рождении (принципиально это возможно) большого числа спонтанно испущенных фотонов возникает большое число лавин, каждая из которых будет распространяться в своем направлении, заданном первоначальным фотоном соответствующей лавины.

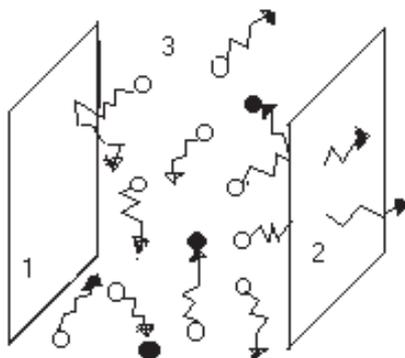


Рис. 3. Спонтанно родившиеся фотоны, направление распространения которых не перпендикулярно плоскости зеркал

Они создают лавины фотонов, выходящие за пределы среды.

В результате мы получим потоки квантов света, но не сможем получить ни направленного луча, ни высокой монохроматичности, так как каждая лавина инициировалась собственным первоначальным фотоном. Для того чтобы среду с инверсной населенностью можно было использовать для генерации лазерного луча, т.е. направленного луча с высокой монохроматичностью, необходимо «снимать» инверсную населенность с помощью первичных фотонов, уже обладающих одной и той же направленностью излучения и одной и той же энергией, совпадающей с энергией данного перехода в атоме. В этом случае мы будем иметь лазерный усилитель света.

Существует, однако, и другой вариант получения лазерного луча, связанный с использованием системы обратной связи. На рис. 3 видно, что спонтанно родившиеся фотоны, направление распространения которых не перпендикулярно плоскости зеркал, создают лавины фотонов, выходящие за пределы среды. В то же время фотоны, направление распространения которых перпендикулярно плоскости зеркал, создадут лавины, многократно усилившиеся в среде вследствие многократного отражения от зеркал. Если одно из зеркал будет обладать небольшим пропусканием, то через него будет выходить направленный поток фотонов перпендикулярно плоскости зеркал. При правильно подобранном пропускании зеркал, точной их настройке относительно друг друга и относительно продольной оси среды с инверсной населенностью обратная связь может оказаться настолько эффективной, что излучение «вбок» можно будет полностью пренебречь по сравнению с излучением, выходящим через зеркала. На практике это, действительно, удается сделать. Такую схему обратной связи называют оптическим резонатором, и именно этот тип резонатора используется в большинстве существующих лазеров.

Некоторые уникальные свойства лазерного излучения

Рассмотрим некоторые уникальные свойства лазерного излучения. При спонтанном излучении атом излучает спектральную линию конечной ширины. При лавинообразном нарастании числа вынужденно испущенных фотонов в среде с инверсной населенностью интенсивность излучения этой лавины будет возрастать прежде всего в центре спектральной линии данного атомного перехода, и в результате этого процесса ширина спектральной линии первоначального спонтанного излучения будет уменьшаться. На практике в специальных условиях удается сделать относительную ширину спектральной линии лазерного излучения в 10^7 – 10^8 раз меньше, чем ширина самых узких линий спонтанного излучения, наблюдаемых в природе.

Кроме сужения линии излучения в лазере удастся получить расходимость луча менее 10^{-4} радиана, т.е. На уровне угловых секунд.

Известно, что направленный узкий луч света можно получить в принципе от любого источника, поставив на пути светового потока ряд экранов с маленькими отверстиями, расположенными на одной прямой. Представим себе, что мы взяли нагретое черное тело и с помощью диафрагм получили луч света, из которого посредством призмы или другого спектрального прибора выделили луч с шириной спектра, соответствующей ширине спектра лазерного излучения. Зная мощность лазерного излучения, ширину его спектра и угловую расходимость луча, можно с помощью формулы Планка вычислить температуру вообразимого черного тела, использованного в качестве источника светового луча, эквивалентного лазерному лучу. Этот расчет приведет нас к фантастической цифре: температура черного тела должна быть порядка десятков миллионов градусов! Удивительное свойство лазерного луча – его высокая эффективная температура (даже при относительно малой средней мощности лазерного излучения или малой энергии лазерного импульса) открывает перед исследователями большие возможности, абсолютно не осуществимые без использования лазера.

Применение лазеров в различных технологических процессах

Высокая монохроматичность и когерентность лазерного излучения обеспечивают успешное применение лазеров в спектроскопии, иницировании химических реакций, в разделении изотопов, в системах измерения линейных и угловых скоростей, во всех приложениях, основанных на использовании интерференции, в системах связи и светолокации. Особо следует, очевидно, выделить применение лазеров в голографии.

Высокая плотность энергии и мощность лазерных пучков, возможность фокусировки лазерного излучения в пятно малых размеров используются в лазерных системах термоядерного синтеза, в таких технологических процессах, как лазерная резка, сварка, сверление, поверхностное закаливание и размерная обработка различных деталей. Эти же свойства и направленность лазерного излучения обеспечивают успешное применение лазеров в военной технике.

Направленность лазерного излучения, его малая расходимость применяются при провешивании направлений (в строительстве, геодезии, картографии), для целенаведения и целеуказания, в локации, в том числе и для измерения расстояний до искусственных спутников Земли, в системах связи через космос и подводной связи.

С созданием лазеров произошел колоссальный прогресс в развитии нелинейной оптики, исследовании и использовании таких явлений, как генерация гармоник, самофокусировка световых пучков, многофотонного поглощения, различных типов рассеивания света, вызванных полем лазерного излучения.

Лазеры успешно используются в медицине: в хирургии (в том числе хирургии глаза, разрушение камней в почках и т.д.) и терапии различных заболеваний, в биологии, где фокусировка в малое пятно позволяет действовать на отдельные клетки или даже на их части.

Большинство из перечисленных выше областей применения лазеров представляет собой самостоятельные и обширные разделы науки или техники и требует, естественно, самостоятельного рассмотрения. Цель приведенного здесь краткого и неполного перечня применений лазеров – проиллюстрировать то громадное влияние, которое оказало появление лазеров на развитие науки и техники, на жизнь современного общества.

Применение лазеров в военном деле:

К настоящему времени сложились основные направления, по которым идет внедрение лазерной техники в военное дело. Этими направлениями являются:

1. Лазерная локация (наземная, бортовая, подводная).
2. Лазерная связь.
3. Лазерные навигационные системы.

4. Лазерное оружие.

5. Лазерные ПРО и ПКО, создаваемые в рамках стратегической оборонной инициативы – СОИ.

Сейчас получены такие параметры излучения лазеров, которые способны существенно повысить тактико-технические данные различных образцов военной аппаратуры (стабильность частоты порядка 10^{-14} , пиковая мощность 10^{-12} Вт, мощность непрерывного излучения 10^4 Вт, угловой раcтвор луча 10^{-6} рад, $t = 10^{-12}$ с,... = 0,2...20 мкм.

Заключение

За последнее время в России и за рубежом были проведены обширные исследования в области квантовой электроники, созданы разнообразные лазеры, а также приборы, основанные на их использовании. Лазеры теперь применяются в локации и в связи, в космосе и на земле, в медицине и строительстве, в вычислительной технике и промышленности, в военной технике. Появилось новое научное направление – голография, становление и развитие которой также немислимо без лазеров.

Однако ограниченный объем этой работы не позволил отметить такой важный аспект квантовой электроники, как лазерный термоядерный синтез, об использовании лазерного излучения для получения термоядерной плазмы, устойчивость светового сжатия. Не рассмотрены такие важные аспекты, как лазерное разделение изотопов, лазерное получение чистых веществ, лазерная химия и многое другое.

Мы еще не знаем, а вдруг может произойти научная «революция» в мире, основанная на сегодняшних достижениях лазерной техники. Вполне возможно, что лет через 50 действительность окажется гораздо богаче нашей фантазии...

Может быть, переместившись в «машине времени» на 50 лет вперед, мы увидим мир, затаившийся под прицелом лазеров. Мощные лазеры, нацелившиеся из укрытий на космические аппараты и спутники. Специальные зеркала на околоземных орбитах приготовились отразить в нужном направлении беспощадный лазерный луч, направить его на нужную цель. На огромной высоте зависли мощные гамма-лазеры, излучение которых способно в считанные секунды уничтожить все живое в любом городе на Земле. И негде укрыться от грозного лазерного луча – разве что спрятаться в глубоких подземных убежищах.

Но это все фантазии. Все это зависит от нас, от наших действий сегодня, от того, насколько активно все мы будет относиться к достижениям нашего разума правильно и направлять наши решения в достойное русло этой необъятной «реки», имя которой – лазер.

Список использованной литературы

1. Авиация и космонавтика. 1981. № 5. С. 44–45.
2. Брюннер В., Юнге К. Справочник по лазерной технике. М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Горный С.Г. Применение лазеров в ювелирной отрасли. 2002. (Интернет).
4. Донина Н.М. Возникновение квантовой электроники. М.: Наука, 1974.
5. Квантовая электроника. М.: Советская энциклопедия, 1969.

M.S. Timchenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

APPLICATION OF LASERS IN TECHNOLOGICAL PROCESSES

In this paper we will talk about lasers, their characteristics and properties, application in various fields, as well as a little history.

Сведения об авторе: Тимченко Михаил Сергеевич, ТОб-112, e-mail: timchenko.mixa@mail.ru

Д.А. Холостов

Научный руководитель – Л.В. Кучеренко, доктор техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ТЕХНИКИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ

Рассматриваются методы использования мультимедийной техники при обучении физике. Дается оценка их возможностей и эффективности, приведены примеры проведения лекций в виде презентаций.

Стремительное развитие информационных и коммуникационных технологий приводит к значительной перестройке информатики среди современного общества, представлению в сфере оборудования и развития новых педагогических технологий, основанных на реализации возможностей. Информационные технологии позволяют прогнозировать разработку и применение программно-методических средств информационного взаимодействия, ориентированных на выполнение разнообразных видах учебной деятельности [1].

Использование интерактивных технологий и методов активизирует процесс усвоения информации, повышает интерес студентов к изучаемой дисциплине и эффективность учебного процесса, позволяет достичь большего понимания учебного материала [2].

Лекция – это одна из форм организации обучения, в условиях которой преподаватель системно и последовательно преимущественно монологически излагает и объясняет учебный материал по целой теме, а учащиеся слушают и записывают содержание лекций, а в отдельных ситуациях и задают вопросы, на которые преподаватель отвечает [3].

Мультимедийные лекции позволяют наглядно и интересно донести материал до студентов, активизировать работу студентов на лекции. Автор предполагает поместить краткий конспект лекций на сайте Интернета, которые студент может располагать и использовать на занятии. Необходим комплексный подход к использованию информационных технологий с целью ускорения внедрения интернет-технологий в образовательный процесс для формирования специалистов нового информационного общества [4].

«Педагогическая технология – это систематическое и последовательное воплощение на практике заранее спроектированного процесса обучения, а также система способов и средств достижения целей и условий управления этим процессом» [5]. Специфика педагогической технологии состоит в том, что построенный на ее основе педагогический процесс должен гарантировать достижение поставленных целей. Признаками педагогической технологии по Н.Н. Гребенюк являются:

- целеполагание;
- проектирование педагогического процесса;
- наличие диагностических средств и условий, гарантирующих достижение педагогических целей;
- средства анализа процесса и результатов деятельности учителя и учащихся.

Любая педагогическая технология должна удовлетворять ряду методологических требований: концептуальности, воспроизводимости, системности, управляемости, эффективности.

Принципами педагогической технологии являются: целостность, фундаментальность, культуросообразность, гуманизация обучения, деятельностный подход, непрерывность образования. Субъектом педагогической технологии является ученик.

На занятиях по физике используются педагогические технологии: поэлементно и полностью: информационно-коммуникационные технологии, проблемное обучение, игровые технологии, технологии опорных схем, метод проектов, дифференцированный подход к обучению, здоровьесберегающие технологии и др. [6].

Информационные технологии повышают информативность занятий, эффективность обучения, придают занятиям динамизм и выразительность. Благодаря использованию информационных технологий на занятиях можно показывать фрагменты видеофильмов, редкие фотографии, графики, формулы, анимацию изучаемых процессов и явлений, работу технических устройств и экспериментальных установок, послушать музыку и речь, обратиться к интерактивным лекциям. Компьютерные модели легко вписываются в традиционное занятие и позволяют организовывать новые виды учебной деятельности. Для самостоятельного решения в классе или дома задачи предлагают задания, правильность решения которых они смогут проверить, поставив компьютерные эксперименты. Самостоятельная проверка полученных результатов при помощи компьютерного эксперимента усиливает познавательный интерес учащихся, делает их работу творческой, а в ряде случаев приближает её по характеру к научному исследованию. В результате на этапе закрепления знаний многие учащиеся начинают придумывать свои задачи, решать их, а затем проверять правильность своих рассуждений, используя компьютер.

Сегодня под проблемным образованием понимается такая организация занятий, которая предполагает создание под руководством учителя проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность учащихся по их разрешению, в результате чего происходит овладение знаниями, умениями, навыками и развитие мыслительной деятельности. Физика в этом плане дает широкие возможности. Практически каждое занятие по физике – проблемный урок. Использование элементов проблемного обучения позволяет создать на занятии условия для творческой мыслительной работы учащихся. Проблемное обучение выступает как одна из важнейших педагогических технологий, обеспечивающих возникновение мотивационного компонента учебно-познавательной компетенции учащихся на занятиях по физике. При использовании данной технологии реализуются принцип коррекции знаний и их уровневой дифференциации, что дает возможность учащимся усваивать не только стандарт образования, но и продвигаться на более высокий уровень.

Примеры использования иллюстраций в презентации разделов физики (рис. 1–4).

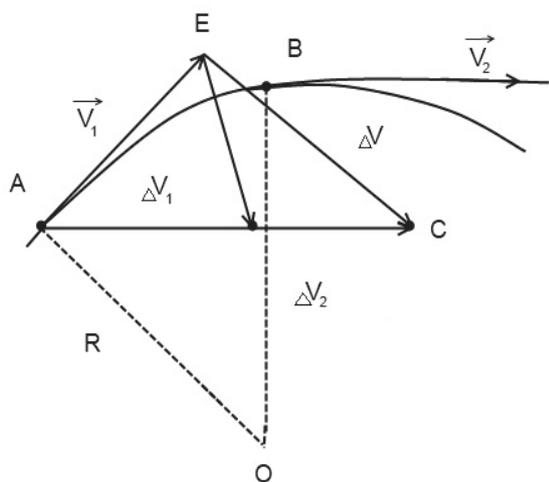


Рис. 1. Изменение скорости при криволинейном движении

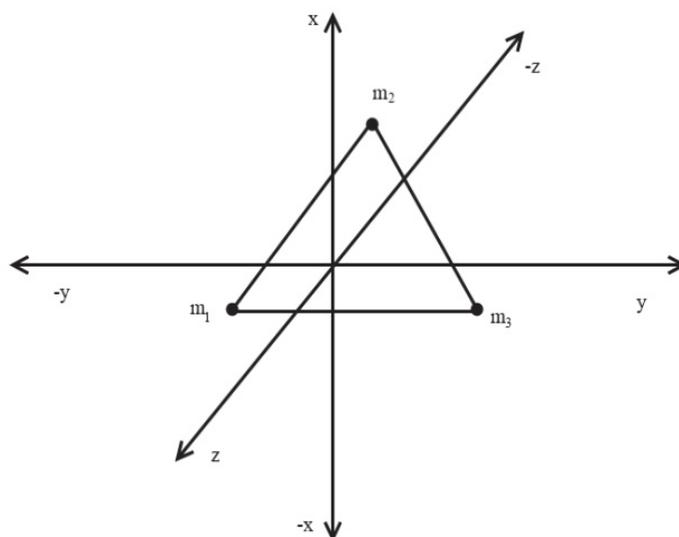


Рис. 2. Трехатомная молекула

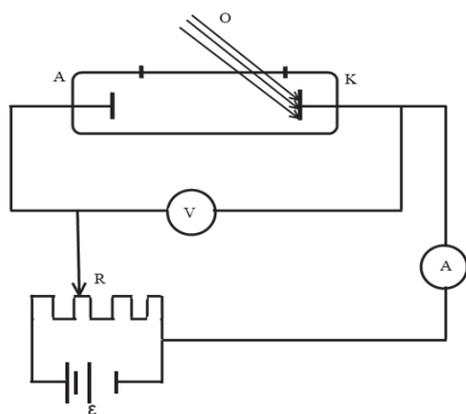


Рис. 3. Установка для изучения фотоэффекта

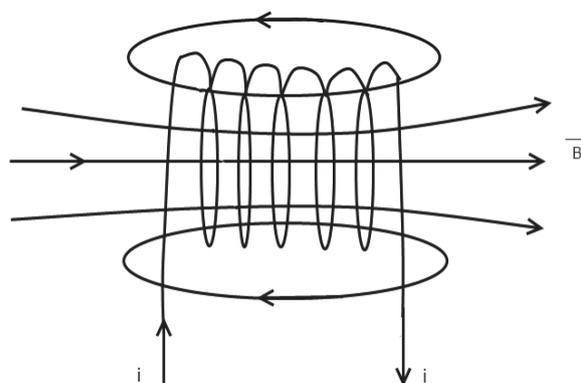


Рис. 4. Магнитное поле соленоида

Включаясь в учебный процесс, где используются мультимедийные технологии, таким образом, обучающийся становится субъектом коммуникативного общения с преподавателем, что развивает самостоятельность и творчество в его учебной деятельности.

Использование мультимедийных средств обучения предоставляет новые уникальные возможности развития умений и навыков, улучшения качества образования, повышение наглядности изучаемого материала, повышение скорости восприятия информации, увеличение глубины усвоения новых знаний, активизацию креативного подхода к обучению.

Список использованной литературы

1. Вакалюк В.М. Семёнова Н.Г. Использование мультимедийных технологий в лекционном курсе. 2004. № 2. С. 95–97
2. Кузнецов М.В. Интерактивные лекции как методическая среда для развития речевых умений // Вестн. Томбовского ун-та. Сер. Гуманитарные науки. 2011. № 8, т.(100). С. 103–108.
3. Атрюхина М.С, Артюхин О.Н. Теоретико-методические основы проведения интерактивных лекций // Фундаментальные исследования. 2013. № 11. С. 304–308.
4. Кацуба О.Б. Особенности использования интернет-технологий и средств мультимедии в высшем профессиональном образовании // Современные наукоёмкие технологии. 2005. № 9. С. 75–76.
5. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 253 с.
6. Осипова Л.Г. Педагогические технологии на уроках физики // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VII Междунар. науч. конф. Самара: ООО «Изд-во «АСГАРД», 2015. С. 96–98.
7. Применение технологии критического мышления на уроках физики [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/metodicheskaya-razrabotka-po-teme-primeneniye-tehnologii-kriticheskogo-mishleniya-na-urokah-fiziki-1142840.html> (дата обращения: 10.05.2018).
8. Мультиурок [Электронный ресурс]. URL: <https://multiurok.ru/olga1972sonja/> (дата обращения: 10.05.2018).

D.A. Holostov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

AN EXAMPLE OF THE USE OF MULTIMEDIA TECHNOLOGY IN TEACHING PHYSICS

In this paper, methods of using multimedia technology in physics teaching are discussed. An assessment of their capabilities and effectiveness is given, examples of the presentation of lectures in the form of presentations are given.

Сведение об авторе: Холостов Данил Александрович, ЭНБ-112, e-mail: skillroad@icloud.com

О.И. Храмцова
 Научный руководитель – Л.М. Яковенко, канд. физ.-мат. наук, доцент
 ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА МЕТОДОМ МАГНЕТРОНА

Изучено движение электрона в электрическом и магнитном полях и определен удельный заряд электрона с помощью магнетрона.

Изучить движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Определить удельный заряд электрона с помощью магнетрона.

Явления электронной эмиссии и разряда в газе позволяют получать потоки электронов и ионов, движущихся в вакууме практически без соударения. Электрические и магнитные поля, воздействуя на движущиеся заряженные частицы, изменяют их скорость и траекторию [1]. В электрическом поле напряженностью \vec{E} на частицу, обладающую зарядом Q , действует сила

$$\vec{F}_{эл} = Q\vec{E}. \quad (1)$$

В магнитном поле на движущуюся заряженную частицу действует сила Лоренца

$$\vec{F}_л = Q[\vec{v}\vec{B}], \quad (2)$$

где \vec{v} – скорость движения частицы; \vec{B} – вектор магнитной индукции.

Уравнение движения частицы в пространстве, где имеются и электрическое и магнитное поля, согласно второму закону Ньютона имеет следующий вид:

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{Q}{m}(\vec{E} + [\vec{v}\vec{B}]). \quad (3)$$

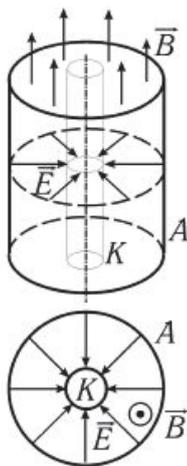


Рис. 1. Двухэлектродная электронная лампа (диод): К – катод; А – анод; В – силовые линии индукции магнитного поля; Е – силовые линии напряженности электрического поля

Это уравнение показывает, что движение заряженной частицы в силовых полях зависит от отношения $\frac{Q}{m}$, которое называется удельным зарядом данной частицы.

Следовательно, изучая движение различных заряженных частиц в электрическом и магнитном полях, можно определить удельный заряд частицы и тем самым получить сведения о природе частиц.

В данной работе для определения удельного заряда электрона используют метод магнетрона.

Магнетрон – это двухэлектродная электронная лампа (диод), в которой управление током осуществляется внешним магнитным полем. Это поле создается соленоидом, внутри которого расположена лампа. Накаливаемый катод и холодный анод лампы имеют форму коаксиальных (соосных) цилиндров (рис. 1).

Электрон, ускоренный разностью потенциалов U , приобретает кинетическую энергию $mv^2/2 = eU_a$ и имеет скорость

$$v = \sqrt{2U_a e/m}. \quad (4)$$

В отсутствии магнитного поля электроны, эмитированные катодом, движутся под действием электрического поля напряжённостью \vec{E} прямолинейно в радиальных направлениях. При этом в анодной цепи протекает ток, величина которого зависит от анодного напряжения и тока накала катода. При помещении лампы в магнитное поле индукцией \vec{B} на движущиеся электроны действует сила Лоренца. Сила Лоренца перпендикулярна линиям магнитной индукции \vec{B} , т.е. лежит в одной плоскости с вектором скорости электрона \vec{v} , перпендикулярна ему и сообщает частице центростремительное ускорение. Согласно второму закону Ньютона

$$\vec{F}_л = m\vec{a}_ц, \text{ тогда } evB = mv^2/R.$$

Таким образом, электрон в магнетроне будет двигаться по окружности, радиус которой равен

$$R = mv/eB. \quad (5)$$

Из формулы видно, что радиус траектории электрона уменьшается с ростом индукции магнитного поля. На рис. 2 показано изменение траектории движения электрона в цилиндрическом магнетроне по мере увеличения магнитной индукции.

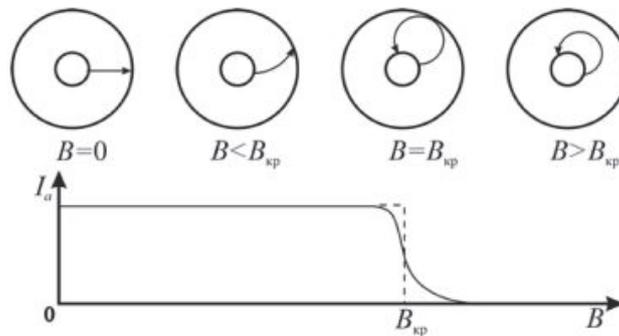


Рис. 2. Траектория движения электрона в магнитном поле магнетрона

Как видно из рис. 2, существует такое критическое значение магнитной индукции $B_{кр}$, при котором траектории электронов касаются поверхности анода, а их радиус равен

$$R = r/2, \quad (6)$$

где r – радиус анода.

Согласно соотношениям (4) и (6) значение критического магнитного поля $B_{кр}$ зависит от скорости электрона и соответствующего этому полю анодного напряжения U_a :

$$B_{кр} = \frac{2}{r} \sqrt{\frac{2mU_a}{e}}. \quad (7)$$

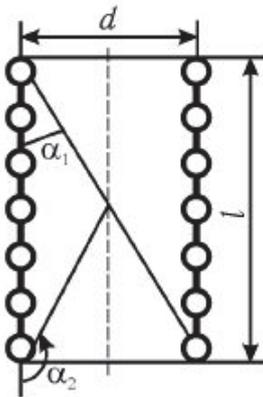
Определив критическое значение индукции магнитного поля $B_{кр}$ и используя соотношение (7), можно рассчитать удельный заряд электрона по формуле

$$\frac{e}{m} = \frac{8U_a}{(B_{кр} r)^2}. \quad (8)$$

Рассчитать индукцию магнитного поля B для короткого соленоида можно, используя закон Био–Савара–Лапласа. На рис. 3 показан разрез короткого соленоида длиной l , диаметр соленоида d .

Индукция магнитного поля в центре короткого соленоида рассчитывается по формуле

$$B = \mu_0 IN(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) / 2l, \quad (9)$$



где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная; I – ток, текущий в обмотке соленоида; N – число витков соленоида; l – длина соленоида; α_1 и α_2 – углы, показанные на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что $\cos \alpha_1 = -\cos \alpha_2 = l / \sqrt{l^2 + d^2}$.

Подставляя значение косинусов в формулу (9), получаем критическую величину магнитной индукции соленоида:

$$B_{кр} = \mu_0 I_{кр} N / \sqrt{l^2 + d^2}, \quad (10)$$

где $I_{кр}$ – значение тока в соленоиде, соответствующее критическому значению магнитной индукции $B_{кр}$.

С учетом выражения (10) расчетная формула (8) для определения удельного заряда электрона принимает следующий вид:

$$\frac{e}{m} = \frac{8U_a(l^2 + d^2)}{(\mu_0 r N I_{кр})^2}. \quad (11)$$

Для определения удельного заряда электрона методом магнетрона используют миниблок «Магнетрон», электрическая схема которого приведена на рис. 4.

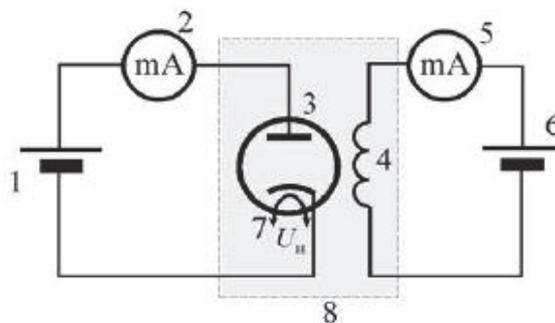


Рис. 4. Электрическая схема установки – миниблок «Магнетрон»-8: 1 – источник постоянного напряжения «+15 В»; 2 – мультиметр для измерения анодного тока (режим А ÷ 2мА, входы СОМ, мА); 3 – вакуумный диод; 4 – соленоид; 5 – мультиметр для измерения тока соленоида (режим А ÷ 200 мА, входы СОМ, мА); 6 – регулируемый источник постоянного напряжения «0...+15 В»; 7 – напряжение накала катода U_n «+15 В»

Монтажная схема миниблока «Магнетрон» приведена на рис. 5.

Рис. 5. Монтажная схема – миниблок «Магнетрон»: 1 – соленоид; 2 – электронная вакуумная лампа (диод); 3 – анод; 4 – катод; 5 – нагреватель «-15В»

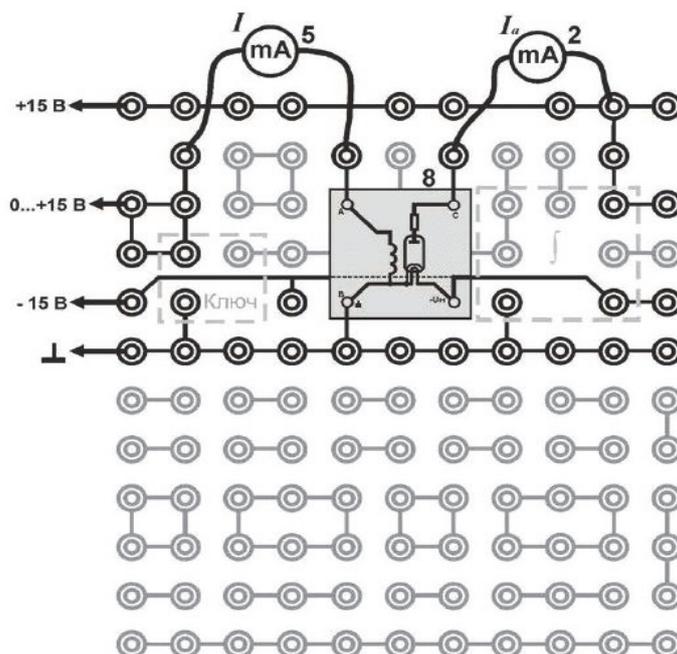
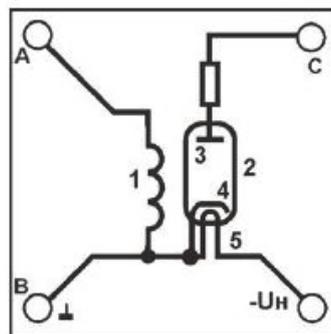


Рис. 6. Монтажная схема установки для определения удельного заряда электрона методом магнетрона: 2 – мультиметр для измерения анодного тока (режим А ÷2mA, входы COM, mA); 5 – мультиметр для измерения тока соленоида (режим А – 200 mA, входы COM, mA), 8 – миниблок «Магнетрон» (рис. 4 – электрическая схема магнетрона)

Когда монтажный комплекс установили на наборное поле миниблока «Магнетрон», получили следующие результаты:

Параметры магнетрона $d = 37$ мм, $l = 36$ мм, $N = 2800$ витков, $r = 3$ мм, $U_a = 15$ В											
I , мА	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
I_a , мА		1,97	1,93	1,88	1,77	1,52	1,31	1,24	1,05	0,92	0,83
ΔI , мА	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ΔI_a , мА		0,04	0,05	0,11	0,25	0,21	0,07	0,19	0,13	0,09	
$\frac{\Delta I_a}{\Delta I}$		0,004	0,005	0,011	0,025	0,021	0,007	0,019	0,013	0,009	

По экспериментальным зависимостям нашли значение тока в соленоиде, соответствующее критической величине магнитной индукции соленоида.

Экспериментально измеренное значение удельного заряда электрона получили: $e/m = 1,47 \cdot 10^{11}$ Кл/кг, что хорошо согласуется с табличными данными.

Относительная погрешность измерения соответствует погрешности мультиметра и равна 5,2 %.

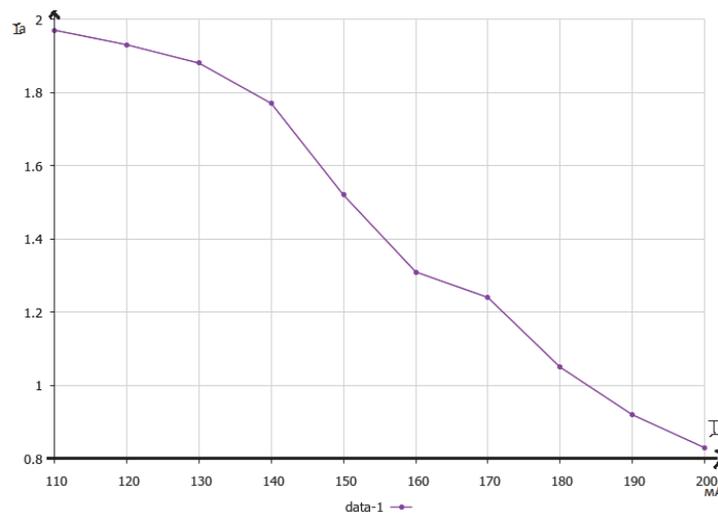


Рис. 7. График зависимости анодного тока от тока в соленоиде

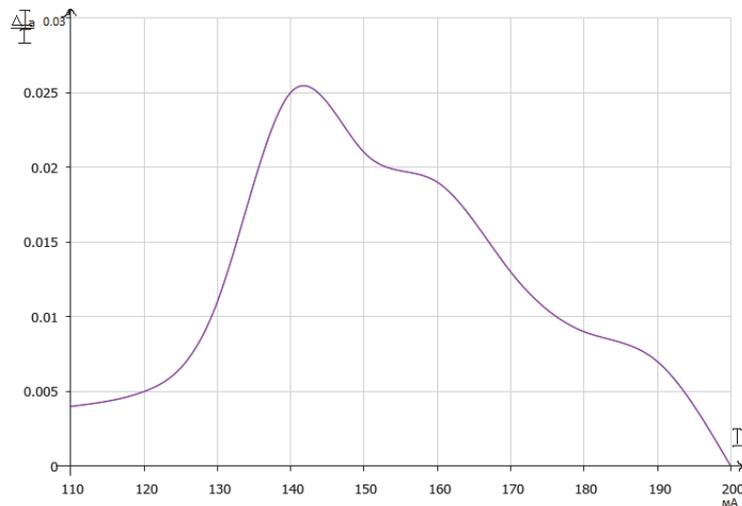


Рис. 8. График зависимости изменения анодного тока к изменению от тока в соленоиде

Список использованной литературы

1. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спиринов Г.Г. Курс общей физики. М.: Высш. шк., 2003. 438 с.
2. Физическая энциклопедия / под ред. А.М. Прохоров. М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. Т. 3. 672 с.
3. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Академия, 2007. 558 с.

O.I. Hramtsova
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

DETERMINATION OF SPECIFIC CHARGE OF AN ELECTRON BY MAGNETRON METHOD

The motion of the electron in the electric and magnetic fields is studied and the specific charge of the electron is determined by the magnetron.

Сведения об авторе: Храмцова Ольга Игоревна, БТб-112, e-mail: lelya_end@mail.ru

УДК 621.3.011.7

A.E. Anishchenko
Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ELECTRICAL CIRCUITS OF ALTERNATING CURRENT

Opportunities for the transmission of electrical energy over long distances were limited before the production of alternating current. To reduce losses in the electrical network it is necessary to use very high voltage, which is almost impossible to obtain from the direct current generator. The paper is devoted to electrical circuits of alternating current, their place in the modern electrical power distribution.

Electricity generation is the process of generating electrical energy from any forms of energy, exactly from electric potential or kinetic energy. An electrical network as an interconnection of electrical elements consists of sources (voltage or current), linear lumped elements (resistors, capacitors, inductors), and linear distributed elements (transmission lines). The paper is devoted to electrical circuits of alternating current, their place in the modern electrical power distribution.

An electrical circuit is a network (a connection of two or more components) that has a closed loop, giving a return path for the current. Alternating current (AC) is an electric current, which periodically reverses direction, in contrast to direct current (DC) which flows only in one direction, they modify as current or voltage.

Alternating current is the form in which electric power is delivered to businesses and residences, and it is the form of electrical energy that consumers typically use when they plug kitchen appliances, televisions, fans and electric lamps into a wall socket. A common source of DC power is a battery cell in a flashlight. The usual waveform of alternating current in most electric power circuits is a sine wave. In certain applications, different waveforms are used, such as triangular or square waves. Audio and radio signals carried on electrical wires are examples of alternating current. These types of alternating current carry information such as sound (audio) or images (video) sometimes carried by modulation of an AC carrier signal. These currents typically alternate at higher frequencies than those used in power transmission.

The first alternator to produce alternating current was a dynamo electric generator based on Michael Faraday's principles constructed by the French instrument maker Hippolyte Pixii in 1832. Pixii later added a commutator to his device to produce the (then) more commonly used direct current. The earliest recorded practical application of alternating current is by Guillaume Duchenne, inventor and developer of electrotherapy. In 1855, he announced that AC was superior to direct current for electrotherapeutic triggering of muscle contractions. Alternating current technology had first developed in Europe due to the work of Guillaume Duchenne (1850s), the Hungarian Ganz Works company (1870s), and in the 1880s: Sebastian Ziani de Ferranti, Lucien Gaulard, and Galileo Ferraris.

In 1876, Russian engineer Pavel Yablochkov invented a lighting system where sets of induction coils were installed along a high voltage AC line. Instead of changing voltage, the primary windings transferred power to the secondary windings which were connected to one or several 'electric candles' (arc lamps) of his own design, used to keep the failure of one lamp from disabling the entire circuit. In 1878, the Ganz factory, Budapest, Hungary, began manufacturing

equipment for electric lighting and, by 1883, had installed over fifty systems in Austria-Hungary. Their AC systems used arc and incandescent lamps, generators, and other equipment [1].

Electrical energy is distributed as alternating current because AC voltage may be increased or decreased with a transformer. This allows the power to be transmitted through power lines efficiently at high voltage, which reduces the energy lost as heat due to resistance of the wire, and transformed to a lower, safer, voltage for use. Use of a higher voltage leads to significantly more efficient transmission of power. It means that when transmitting a fixed power on a given wire, if the current is halved (i.e. the voltage is doubled), the power loss will be four times less.

There are the large number of different types of electric circuits of alternating current: single-phase and multiphase; linear and nonlinear; with concentrated and distributed parameters; with mutual inductance and without mutual inductance; simple and complex (multiphase circuits can be referred to complex ones).

Sinusoidal alternating current has received the widest application in the electric power industry. Generators of all power plants in the world generate an electric current of sinusoidal form. The change in current in accordance with the sinusoidal law occurs smoothly, without jumps and sharp changes, which favorably affects the operation of electrical machines and apparatus.

A single-phase electrical circuit of a sinusoidal current is a circuit comprising one or more alternating current electric power sources having the same frequency and initial phase.

Power transmitted at a higher voltage requires less loss-producing current than for the same power at a lower voltage. Power is often transmitted at hundreds of kilovolts, and transformed to 100 V – 240 V for domestic use.

High voltage transmission lines deliver power from electric generation plants over long distances using alternating current. High voltages have disadvantages, such as the increased insulation required, and generally increased difficulty in their safe handling. In a power plant, energy is generated at a convenient voltage for the design of a generator, and then stepped up to a high voltage for transmission. Near the loads, the transmission voltage is stepped down to the voltages used by equipment. Consumer voltages vary somewhat depending on the country and size of load, but generally motors and lighting are built to use up to a few hundred volts between phases. The voltage delivered to equipment such as lighting and motor loads is standardized, with an allowable range of voltage over which equipment is expected to operate. Standard power utilization voltages and percentage tolerance vary in the different mains power systems found in the world. High-voltage direct current (HVDC) electric power transmission systems have become more viable as technology has provided efficient means of changing the voltage of DC power. Transmission with high voltage direct current was not feasible in the early days of electric power transmission, as there was then no economically viable way to step down the voltage of DC for end user applications such as lighting incandescent bulbs [2].

Three-phase electrical generation is very common [3]. The simplest way is to use three separate coils in the generator stator, physically offset by an angle of 120° (one-third of a complete 360° phase) to each other. Three current waveforms are produced that are equal in magnitude and 120° out of phase to each other. If coils are added opposite to these (60° spacing), they generate the same phases with reverse polarity and so can be simply wired together. In practice, higher «pole orders» are commonly used. For example, a 12-pole machine would have 36 coils (10° spacing). The advantage is that lower rotational speeds can be used to generate the same frequency. For example, a 2-pole machine running at 3600 rpm and a 12-pole machine running at 600 rpm produce the same frequency; the lower speed is preferable for larger machines. If the load on a three-phase system is balanced equally among the phases, no current flows through the neutral point. Even in the worst-case unbalanced (linear) load, the neutral current will not exceed the highest of the phase currents. Non-linear loads (e.g. the switch-mode power supplies widely used) may require an oversized neutral bus and neutral conductor in the upstream distribution panel to handle harmonics. Harmonics can cause neutral conductor current levels to exceed that of one or all phase conductors. For three-phase at utilization voltages a four-wire, system is often used. When stepping down three-phase a transformer with a Delta (3-wire) primary and a Star (4-

wire, center-earthed) secondary is often used so there is no need for a neutral on the supply side. For smaller customers (just how small varies by country and age of the installation) only a single phase and neutral, or two phases and neutral, are taken to the property. For larger installations all three phases and neutral are taken to the main distribution panel. From the three-phase main panel, both single and three-phase circuits may lead off. Three-wire single-phase systems, with a single center-tapped transformer giving two live conductors, is a common distribution scheme for residential and small commercial buildings. This arrangement is sometimes incorrectly referred to as «two phase». A similar method is used for a different reason on construction sites. Small power tools and lighting are supposed to be supplied by a local center-tapped transformer with a voltage of 55 V between each power conductor and earth. This significantly reduces the risk of electric shock in the event that one of the live conductors becomes exposed through an equipment fault whilst still allowing a reasonable voltage of 110 V between the two conductors for running the tools.

A third wire, called the bond (or earth) wire, is often connected between non-current-carrying metal enclosures and earth ground. This conductor provides protection from electric shock due to accidental contact of circuit conductors with the metal chassis of portable appliances and tools. Bonding all non-current-carrying metal parts into one complete system ensures there is always a low electrical impedance path to ground sufficient to carry any fault current for as long as it takes for the system to clear the fault. This low impedance path allows the maximum amount of fault current, causing the overcurrent protection device (breakers, fuses) to trip or burn out as quickly as possible, bringing the electrical system to a safe state. All bond wires are bonded to ground at the main service panel, as is the neutral/identified conductor if present.

The frequency of the electrical system varies by country and sometimes within a country; most electric power is generated at either 50 or 60 hertz. Some countries have a mixture of 50 Hz and 60 Hz supplies, notably electricity power transmission in Japan. A low frequency eases the design of electric motors, particularly for hoisting, crushing and rolling applications, and commutator-type traction motors for applications such as railways. However, low frequency also causes noticeable flicker in arc lamps and incandescent light bulbs. The use of lower frequencies also provided the advantage of lower impedance losses, which are proportional to frequency. The original Niagara Falls generators were built to produce 25 Hz power, as a compromise between low frequency for traction and heavy induction motors, while still allowing incandescent lighting to operate (although with noticeable flicker). Most of the 25 Hz residential and commercial customers for Niagara Falls power were converted to 60 Hz by the late 1950s, although some 25 Hz industrial customers still existed as of the start of the 21st century. 16.7 Hz power (formerly 16 2/3 Hz) is still used in some European rail systems, such as in Austria, Germany, Norway, Sweden and Switzerland.

Offshore, military, textile industry, marine, aircraft, and spacecraft applications sometimes use 400 Hz, for benefits of reduced weight of apparatus or higher motor speeds. Computer mainframe systems were often powered by 400 Hz or 415 Hz for benefits of ripple reduction while using smaller internal AC to DC conversion units. In any case, the input to the M-G set is the local customary voltage and frequency, variously 200 V (Japan), 208 V, 240 V (North America), 380 V, 400 V or 415 V (Europe), and variously 50 Hz or 60 Hz [4].

A direct current flows uniformly throughout the cross-section of a uniform wire. An alternating current of any frequency is forced away from the wire's center, toward its outer surface. This is because the acceleration of an electric charge in an alternating current produces waves of electromagnetic radiation that cancel the propagation of electricity toward the center of materials with high conductivity. This phenomenon is called skin effect. At very high frequencies, the current no longer flows in the wire, but effectively flows on the surface of the wire, within a thickness of a few skin depths. The skin depth is the thickness at which the current density is reduced by 63%. Even at relatively low frequencies used for power transmission (50 Hz – 60 Hz), non-uniform distribution of current still occurs in sufficiently thick conductors. For example, the skin depth of a copper conductor is approximately 8.57 mm at 60 Hz, so high current conductors are usually

hollow to reduce their mass and cost. Since the current tends to flow in the periphery of conductors, the effective cross-section of the conductor is reduced. This increases the effective AC resistance of the conductor, since resistance is inversely proportional to the cross-sectional area. The AC resistance often is many times higher than the DC resistance, causing a much higher energy loss due to ohmic heating (also called I²R loss).

For low to medium frequencies, conductors can be divided into stranded wires, each insulated from one another, and the relative positions of individual strands specially arranged within the conductor bundle. Wire constructed using this technique is called Litz wire. This measure helps to partially mitigate skin effect by forcing more equal current throughout the total cross section of the stranded conductors. Litz wire is used for making high-Q inductors, reducing losses in flexible conductors carrying very high currents at lower frequencies, and in the windings of devices carrying higher radio frequency current (up to hundreds of kilohertz), such as switch-mode power supplies and radio frequency transformers.

An alternating current is made of electric charge under periodic acceleration, which causes radiation of electromagnetic waves. Radiated energy is lost. Depending on the frequency, different techniques are used to minimize the loss due to radiation.

At frequencies up to about 1 GHz, pairs of wires are twisted together in a cable, forming a twisted pair. This reduces losses from electromagnetic radiation and inductive coupling. A twisted pair must be used with a balanced signaling system, so that the two wires carry equal but opposite currents. Each wire in a twisted pair radiates a signal, but it is effectively cancelled by radiation from the other wire, resulting in almost no radiation loss.

Coaxial cables are commonly used at audio frequencies and above for convenience. A coaxial cable has a conductive wire inside a conductive tube, separated by a dielectric layer. The current flowing on the surface of the inner conductor is equal and opposite to the current flowing on the inner surface of the outer tube. The electromagnetic field is thus completely contained within the tube, and (ideally) no energy is lost to radiation or coupling outside the tube. Coaxial cables have acceptably small losses for frequencies up to about 5 GHz. For microwave frequencies greater than 5 GHz, the losses (due mainly to the electrical resistance of the central conductor) become too large, making waveguides a more efficient medium for transmitting energy. Coaxial cables with an air rather than solid dielectric are preferred as they transmit power with lower loss.

Waveguides are similar to coaxial cables, as both consist of tubes, with the biggest difference being that the waveguide has no inner conductor. Waveguides can have any arbitrary cross section, but rectangular cross sections are the most common. Because waveguides do not have an inner conductor to carry a return current, waveguides cannot deliver energy by means of an electric current, but rather by means of a guided electromagnetic field. Although surface currents do flow on the inner walls of the waveguides, those surface currents do not carry power. Power is carried by the guided electromagnetic fields. The surface currents are set up by the guided electromagnetic fields and have the effect of keeping the fields inside the waveguide and preventing leakage of the fields to the space outside the waveguide. Waveguides have dimensions comparable to the wavelength of the alternating current to be transmitted, so they are only feasible at microwave frequencies. In addition to this mechanical feasibility, electrical resistance of the non-ideal metals forming the walls of the waveguide cause dissipation of power (surface currents flowing on loss conductors dissipate power). At higher frequencies, the power lost to this dissipation becomes unacceptably large [2].

At frequencies greater than 200 GHz, waveguide dimensions become impractically small, and the ohmic losses in the waveguide walls become large. Instead, fiber optics, which are a form of dielectric waveguides, can be used. For such frequencies, the concepts of voltages and currents are no longer used.

Alternating current is used to transmit information, as in the cases of telephone and cable television. Information signals are carried over a wide range of AC frequencies. POTS telephone signals have a frequency of about 3 kHz, close to the baseband audio frequency. Cable television

and other cable-transmitted information currents may alternate at frequencies of tens to thousands of megahertz. These frequencies are similar to the electromagnetic wave frequencies often used to transmit the same types of information over the air.

Nowadays, electrical machines and other electrical devices intended for operation in AC circuits are relatively simple and reliable enough to operate. Electric current, which changes with time, is a variable. If its instantaneous values and directions are repeated at regular intervals (periodically), then it is called periodically changing. Electric circuits of periodic alternating current are classified depending on the shape of the current curve and its frequency, the nature of the parameters, the complexity of the electrical circuits of substitution, and the purpose.

Thus, alternating current is the backbone of modern electrical power distribution. Alternating current is used in various areas of electrical engineering (electric drive, electrothermy, telecommunications, radio engineering, etc.), as it is easily transformed and transmitted over long distances at high voltage with low losses, alternating current is easily converted into DC. The alternator is much simpler and cheaper than a direct current generator. The economic effect is enormous.

Bibliography

1. Алиев И.И. Электрические машины. Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. 448 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2015. 638 с.
3. Григораш О.В., Султанов Г.А., Нормов Д.А. Электротехника и электроника. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 462 с.
4. Цепи переменного тока [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://model.exponenta.ru/electro/0032.htm/> Дата обращения: 20.03.2018.

А.Е. Анищенко

Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Возможности для передачи электрической энергии на большие расстояния были ограничены до производства переменного тока. Чтобы уменьшить потери в электрической сети, необходимо использовать очень высокое напряжение, которое практически невозможно получить от генератора постоянного тока. Рассматриваются электрические цепи переменного тока, их место в современном распределении электроэнергии.

Сведения об авторе: Анищенко Анастасия Евгеньевна, ЭНБ-212, e-mail: anishenko.com@mail.ru

УДК 539.1+620.9

N.K. Arhireev

Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THERMONUCLEAR FUSION AS A PROSPECTIVE ENERGY SOURCE

The necessity of creation and improvement new sources of cheap and environmentally safe energy is associated with the expected shortage of energy production, limited fuel resources and ecology. This article considers one of the most promising innovative sources of energy namely controlled thermonuclear fusion, the world experience in creating an experimental thermonuclear reactor, the possibility of its using.

Nowadays strategic decisions are taken all over the world to develop and extract new sources of cheap and environmentally safe energy. The necessity of creation and improvement such sources is associated with the expected shortage of energy production, limited fuel resources and ecology. This article considers one of the most promising innovative sources of energy namely controlled thermonuclear fusion (CTF), its application ways.

Controlled thermonuclear fusion is the process of fusion of light atomic nuclei, which occurs with the release of energy at high temperatures in controlled, controlled conditions. In natural conditions, thermonuclear reactions between hydrogen nuclei take place in the interior of stars. The combustion of hydrogen in stars is proceeding at low speed, but the giant size and density of the stars ensure the continuous emission of huge energy flows over billions of years. Deuterium (^2H) and tritium (^3H) will be used in the main nuclear reactions that are planned to be used for controlled thermonuclear fusion. It is well known that atomic nucleus consist of two types of nucleons - protons and neutrons. They are held together by the so-called strong interaction. In this case, the binding energy of each nucleon with others depends on the total number of nucleons in the nucleus. In light nuclei with an increase in the number of nucleons, the binding energy increases, while in heavy nuclei it decreases. If you add nucleons to light nuclei or remove nucleons from heavy atoms, this difference in binding energy will be allocated as the difference between the cost of the reaction and the kinetic energy of the released particles. The kinetic energy of the particles goes over into the thermal motion of atoms after the collision of particles with atoms. Nuclear energy manifests itself in the form of heating [1].

The change in the composition of the nucleus is named a nuclear reaction. A nuclear reaction with an increase in the number of nucleons in the nucleus is called a thermonuclear reaction or nuclear fusion. A nuclear reaction with a decrease in the number of nucleons in the nucleus is considered nuclear decay or nuclear fission.

The protons in the nucleus have an electric charge, and therefore they experience a Coulomb repulsion. In the nucleus, this repulsion is compensated by the strong interaction holding the nucleons together. However, the strong interaction has a much smaller radius of action than Coulomb repulsion. Therefore, in order to merge two nuclei into one, it is first necessary to bring them closer, overcoming Coulomb repulsion. Several such methods are known. In the bowels of the stars are gravitational forces. In accelerators, the kinetic energy of accelerated nuclei or elementary particles. In thermonuclear reactors and thermonuclear weapons - the energy of thermal motion of atomic nuclei. The synthesis reaction consists in the following: two or more relatively light atomic nuclei as a result of the thermal motion approach so close that a short-range strong interaction, manifested at such distances, begins to predominate over the forces of Coulomb repulsion between equally charged nuclei, resulting in the formation of nuclei of other, heavier elements. The nucleon system will lose some of its mass, which is equal to the binding energy, and by the well-known formula $E = mc^2$, when creating a new nucleus, a significant energy of strong interaction will be released. Atomic nuclei with a small electrical charge are easier to reduce to the required distance, so heavy isotopes of hydrogen are the best type of fuel for a controlled synthesis reaction. Controllable thermonuclear fusion is possible if two conditions are fulfilled simultaneously:

➤ The collision rate of the nuclei corresponds to the plasma temperature: $T > 10^8$ K (for the reaction D-T).

➤ Compliance with the Lawson criterion: $n\tau > 10^{14} \text{ cm}^{-3} \cdot \text{s}$ (for the D-T reaction), where n is the density of the high-temperature plasma, and τ is the plasma confinement time in the system.

The speed of this or that thermonuclear reaction depends mainly on the value of these two criteria.

At present, controlled thermonuclear fusion is not yet realized on an industrial scale. The most difficult task facing the implementation of controlled thermonuclear fusion is to isolate the plasma from the walls of the reactor. There are two basic schemes for managing the technological process, the development of which is continuing presently [2]:

1. Quasistationary systems ($\tau \geq 1\text{s}, n \geq 10^{14} \text{ cm}^{-3}$), in which the heating and plasma confinement is carried out by a magnetic field at a relatively low pressure and high temperature. For

this, reactors are used in the form of tokamak, stellarators (torsatrons), and mirror traps, which differ in the configuration of the magnetic field. Quasistationary reactors include the ITER reactor, which has a tokamak configuration.

Tokamak (toroidal chamber with magnetic coils) is a toroidal installation for magnetic confinement of plasma in order to achieve the conditions necessary for the flow of controlled thermonuclear fusion.

2. Pulse systems ($\tau \sim 10^{-8} \text{ s}$, $\eta \geq 10^{22} \text{ cm}^{-3}$). In such systems, controlled thermonuclear fusion is accomplished by short-term heating of small targets containing deuterium and tritium, high-power laser beams, or beams of high-energy particles (ions, electrons). Such irradiation causes a sequence of thermonuclear microexplosions.

The first type of thermonuclear reactors is much better developed and studied than the second one. In nuclear physics, in studies of thermonuclear fusion, a magnetic trap is used to hold the plasma in a certain volume—a device that keeps the plasma from contacting the elements of a thermonuclear reactor [4]. A magnetic trap is used primarily as a heat insulator. The principle of confinement of a plasma is based on the interaction of charged particles with a magnetic field, namely, on the spiral rotation of charged particles along the lines of force of the magnetic field. However, the magnetized plasma is very unstable. Because of collisions, charged particles tend to leave the magnetic field. Therefore, to create an effective magnetic trap, powerful electromagnets are used consuming enormous amounts of energy or superconductors are used.

Fusion power would provide more energy than any fuel-consuming energy source currently in use, and the fuel itself (primarily deuterium) exists abundantly in the Earth's ocean. Despite being technically non-renewable, fusion power (like fission power using breeder reactors and reprocessing) has many of the benefits of renewable energy sources (such as being a long-term energy supply and emitting no greenhouse gases or air pollution) as well as some of the benefits of the resource-limited energy sources as hydrocarbons and nuclear fission (without reprocessing).

Like these currently dominant energy sources, fusion could provide very high power-generation density and uninterrupted power delivery (because it is not dependent on the weather, unlike wind and solar power). Another aspect of fusion energy is that the cost of production does not suffer from diseconomies of scale. The cost of water and wind energy, for example, goes up as the optimal locations are developed first, while further generators must be sited in less ideal conditions [3]. With fusion energy, the production cost will not increase much even if large numbers of stations are built, because the raw resource (seawater) is abundant and widespread. Fusion could still become competitive if large-scale desalination requires more power than the alternatives are able to provide.

Thus, thermonuclear fusion is very promising in providing energy and environmental safety in obtaining electrical energy. As a source of power, nuclear fusion has several theoretical advantages over fission. These advantages include reduced radioactivity in operation and as waste, ample fuel supplies, and increased safety. The effect of the commercialization of fusion power on the future of human civilization is being considered. The first commercial nuclear fusion energy reactor will be envisioned to bring online by 2050. As Artsimovich L.A. said in 1961: «Controlled thermonuclear energy will be obtained when it becomes necessary for mankind» [1].

Bibliography

1. Artsimovich L.A. Tokamak Devices. Nuclear Fusion. M.: Fizmatlit, 1972. Vol. 12. P. 215–252.
2. Llewellyn-Smith C. Towards thermonuclear energy [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dynastyfdn.com/english/news/21/> Дата обращения: 10.03.2018.
3. Wave and tidal current energy – The current state a research technology [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/S1364032115016676/> Дата обращения: 11.03.2018.
4. Харламова Т.Е. История науки и техники. Электротехника: учеб. пособие. СПб: СЗТУ, 2006. 126 с.

Н.К. Архиреев
Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Необходимость создания и совершенствования новых источников дешевой и экологически безопасной энергии связана с ожидаемым дефицитом производства энергии, ограниченными топливными ресурсами и экологией. Рассматривается термоядерный синтез как один из наиболее перспективных инновационных источников энергии, мировой опыт создания экспериментального термоядерного реактора, возможность его использования.

Сведения об авторе: Архиреев Никита Константинович, ЭНБ-412, e-mail: arh.n_95@mail.ru

УДК 621.313

O.R. Vasilieva
Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ELECTRICAL MACHINES

Humanity does not imagine its life without electricity, since it facilitates our life. Since ancient times, people have come up with various mechanisms and adaptations that could make life easier. The more a person invented, the more necessities arose. When people took possession of mechanical devices and learned how to use them, electric machines were created for the energy transformation. Now, electrical machines are indispensable and widely used in electrical engineering. This article describes the electric machines, their classifications and the action principle.

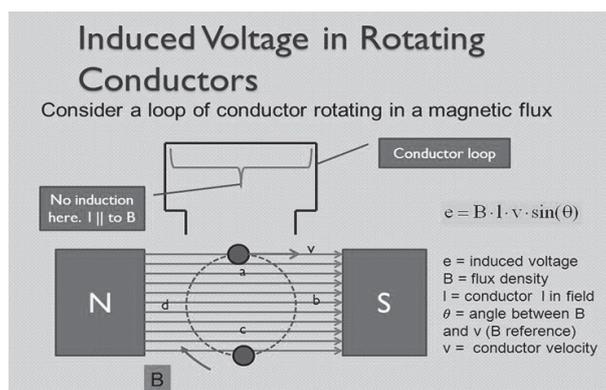
The principle of conversion made electric cars very popular; they are used for the operation of simple and complex mechanisms. In everyday life and industry, these machines are simply irreplaceable; they are constantly being modernized and improved. When inventing innovations, their cost is reduced, and quality indicators are raised, so these machines are becoming more accessible to consumers.

An electric machine is an electromechanical device designed to convert either mechanical energy into an electrical (electric generator) or electric energy into a mechanical (electric motor).

The principle of operation of electric machines is based on the laws of electrical and magnetic phenomena: the law of electromagnetic induction and the law of Ampere.

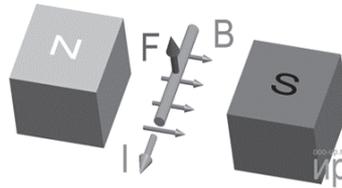
The essence of the law of electromagnetic induction applied to an electric machine is that when a conductor moves in a magnetic field with a velocity v in a direction perpendicular to the vector of magnetic induction \mathbf{B} , it emits \mathbf{E}

$$\mathbf{E} = \mathbf{B} * \mathbf{L} * \mathbf{V},$$



where l is the active length of the conductor, i.e. part of its total length, located in a magnetic field. If the conductor is closed, an electric current I appears in this conductor. Because of the interaction of this current with an external magnetic field, an electromagnetic force will act on the conductor, which is determined by ampere's law.

$$F_{\text{EM}} = B \cdot l \cdot I$$



Classification of electrical machines

1. Electromachine amplifiers are electrical machines used to amplify the power of electrical signals	
2. Synchronous expansion joints are electrical machines used to increase the power factor of electricity consumers	
3. Induction regulators are electrical machines used to regulate the AC voltage	
4. Tachogenerators are electrical machines used to convert the speed of rotation into an electrical signal	
5. Selsyns are electrical machines that serve to generate electrical signals proportional to the angle of rotation of the shaft.	
6. Brushless machines are AC machines – asynchronous and synchronous	6.1. Asynchronous machines are used primarily as engines
	6.2. Synchronous machines are used as engines and generators
7. Collector machines are mainly used for working on direct current as generators or motors	

Basic concepts of importance for electrical machines

- Reliability is the property of the timesaving object in different limits, characterizing the ability to perform the required functions in specified modes and in the conditions of application, maintenance, repairs, storage and transportation.

- Reliability is a property of an object that maintains an operational state for a certain time or session.

- Durability - this property of the object, providing an operable state when the limit state is reached in the condition of the maintenance and repair system.

- Maintainability is the property of the facility, which consists in being adapted to the prevention and detection of the causes of failures, damages and maintaining and restoring the operable condition by performing maintenance and repairs.

- Receptivity is the property of an object to preserve the values of indicators of non-failure, durability and maintainability during and after storage and transportation.

- Failure is an event consisting in the violation of the operative state of the object, that is, in the transition to an inoperative state.

One of the main reasons for the failure of synchronous machines is factory defects.

The frontal parts of the windings of large electric machines are most endangered during transient processes. Large shock currents can cause tearing of the shrouds, deformation of parts of the winding, the appearance of cracks and dents in the insulation. During the operation of synchronous generators, breakdowns of insulation are also noted due to the ingress of oil and moisture into it.

- Among the damages of active steel, the easiest are the weakening of the pressing, the loosening of the core of the steel under the influence of vibrational and magnetic forces, the damage of the insulating film on the surface of the sheets.

- On the moving parts of the machine, frequent damage is observed on the bandages; these damages are caused by the action of centrifugal forces, deformations of the shaft and the efforts of hot landings on the shaft.

- Under the influence of temperature, the winding of the rotor moves, the deformation of the winding conductors. It is also possible to block the cooling channels and reduce the insulation resistance when moisture, oil and dust enter the winding.

- To ensure the reliability of large synchronous machines, much attention is paid to the contact-brush system and pathogens. The number of failures of pathogens sometimes exceeds the number of failures of the rotor and stator windings.

The main causes of failure of DC machines

- Data on the causes of failure during the operation of DC electric machines show that most accidents are caused by the fault of the maintenance personnel, which does not always provide the necessary care and quality performance of current repairs.

- Constructional shortcomings. Thus, in the case of rolling mill motors, the main failures are caused by damage to the collector, which is caused by unfavorable commutation during regular short-time overloads.

- The most frequent damage to the causative agents of synchronous generators is the damage to the armature winding bands, the disturbance of the soldering of the males and the wear of the collector. At the same time, reliability of the collector-brush assembly largely depends on the exciter's power.

- In traction engines, one of the frequent causes of failure in operation is the occurrence of circular fire on the manifold. This is due to operating conditions (skidding of wheel sets), poor quality of rectified supply voltage, increased shock and vibration loads.

- Damage to the windings of the DC armature is manifested in the breakdown of the case insulation between the anchor steel package and the winding and the breakdown of insulation between the turns.

In large DC machines, they manifest themselves in the breakdown of the case insulation between the anchor steel package and the winding and the breakdown of the insulation between the turns.

- Failures of mechanical components of DC machines are determined by the state of the shaft necks and the rolling and sliding bearings. Damage to the plain bearings and shaft necks is expressed as the wear of the liners in the bearing housings, the leakage of the grease from the bearings at their malfunctions, disruption of lubricating rings in bearings.

The main causes of failure of induction motors

- Unsatisfactory operation.

- Imperfect protection or lack thereof (when motors are protected with fuses, the motors are refused due to operation in two phases).

- Inconsistency in the design of engines to operating conditions.

- Incorrect engine selection by power.

- Low-quality manufacturing, failures through the fault of the manufacturing plants.

The procedure for identifying hidden defects in equipment is described here.

- Uneven air gap, which causes the rotor to touch the stator of the machine. This may be because the technological process and the state of the equipment do not provide the required processing of the stands, bearing units and rotor packages.

The unevenness of the air gap can also be caused by the deflection of the shaft with its insufficient rigidity.

- Low quality insulation of winding wires and impregnating lacquers.

Imperfect technological processes, poor-quality impregnation, winding and stator winding in the grooves of the windings often cause premature failure of windings.

- Failures of electric motors due to damage of windings - 85-95%.

An example is a break in the windings of an electric motor.

- Failures of electric motors due to bearing damage - 2-5%.

For faults in the bearings of electric machines, read here.

- The main faults of the windings are due to inter-turn faults - 93%.

Thus, electric machines are now used in all fields of human activity: in the production of electricity and in industry, in transport and in agriculture, in defense and space technology, in scientific and household appliances, in hand tools and toys. The history of electrical mechanics is about two centuries, beginning with the creation and development of DC machines, which prevailed in the 1920s in XX century. After that, machines of alternating current occupied the dominant position. Now electric machines are the main sources and consumers of electricity.

Bibliography

1. Копылова И.П., Клокова Б.К. Справочник по электрическим машинам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrichelp.ru/elektricheskie-mashin/> Дата обращения: 09.04.2018.

2. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrichelp.ru/#osnovnyye-parametry/> Дата обращения: 09.04.2018.

3. Катаенко Ю.К. Электротехника. Ростов н/Д: Академцентр, 2010. 287 с.

О.Р. Васильева

Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

В современном мире человечество не представляет своей жизни без электричества, поскольку оно облегчает нашу жизнь. С древних времен люди придумывали различные механизмы и приспособления, которые могли бы облегчить им жизнь. Но чем больше человек изобретал, тем большие потребности возникало. Когда люди изобрели механические устройства и научились их использовать, возникла необходимость в трансформации энергии, для чего и были созданы электрические машины, которые сегодня незаменимы и широко используются в электротехнике. Рассматриваются электрические машины, приведена их классификация и принцип действия.

Сведения об авторе: Васильева Оксана Романовна, ЭНб-212, e-mail: vip.qcu202@mail.ru

УДК 621.78.08+534

Y.V. Gagarinskiy

Scientific advisor – T.N. Tsvetkova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

THERMOACOUSTIC REFRIGERATION

Thermoacoustic refrigeration is considered a new technology, attaining cooling without the need for refrigerants. The technique has the potential for high-efficiency operation without the need for cooling liquids or mechanical moving parts. These factors make the concept amenable to miniaturization to chip-scale dimensions for thermal management of electronic components.

Thermoacoustic Refrigeration, Garrett and Hofler (1992) pointed out that two recent events are responsible for the new era in refrigeration before the beginning of the twenty-first century.

The most significant of these is the international agreement (signing of the Montreal Protocol) on the production and consumption of chlorofluorocarbons (CFCs), which were found to be causing the depletion of the stratospheric ozone layer. The second event was the discovery of “high-temperature” superconductors and the development of high-speed and high-density electronic circuits, which require active cooling and hence a new approach to refrigeration, or thermoacoustic refrigeration, which was first discovered by Wheatley et al. (1993) in August 1983. The simplicity of the hardware involved in thermoacoustic machines is best appreciated by examining a concrete example.

In the mid-1990s, S.L. Garrett and his colleagues at the Naval Postgraduate School in Monterey, California, developed two thermoacoustic refrigerators for the Space Shuttle. The first was designed to cool electronic components and the second was intended to replace the refrigerator-freezer unit used to preserve blood and urine samples from astronauts engaged in biomedical experiments (Garrett and Backhaus, 2000).

Thermoacoustic refrigeration is considered a new technology, attaining cooling without the need for refrigerants. The basic mechanism is very simple and efficient. A loudspeaker creates sound in a hollow tube which is filled with an ordinary gas. In fact, thermoacoustic refrigeration utilizes high-density sound waves to transfer heat due to the thermoacoustic effect (i.e., acoustic energy). Therefore, the working fluid in this system is acoustically driven gas. The process itself utilizes standing acoustic waves in an enclosed cavity to generate the mechanical compression and expansion of the working fluid (gas in this case) needed for the cooling cycle. The technique has the potential for high-efficiency operation without the need for cooling liquids or mechanical moving parts. These factors make the concept amenable to miniaturization to chip-scale dimensions for thermal management of electronic components.

The interaction between acoustics and thermodynamics has been known ever since the dispute between Newton and Laplace over whether the speed of sound was determined by the adiabatic or isothermal compressibility of air.

At the present time, the efficiency of thermoacoustic refrigerators is 20–30% lower than their vapor-compression refrigerators. Part of that lower efficiency is due to the intrinsic irreversibilities of the thermoacoustic heat transport process. These intrinsic irreversibilities are also the favorable aspects of the cycle, since they make for mechanical simplicity, with few or no moving parts. A greater part of the inefficiency of current thermoacoustic refrigerators is simply due to technical immaturity. With time, improvements in heat exchangers and other subsystems should narrow the gap. It is also likely that the efficiency in many applications will improve only because of the fact that thermoacoustic refrigerators are well suited to proportional control. One can easily and continuously control the cooling capacity of a thermoacoustic refrigerator so that its output can be adjusted accurately for varying load conditions. This could lead to higher efficiencies than for conventional vapor-compression chillers which have constant displacement compressors and are therefore only capable of binary (on/off) control. Proportional control avoids losses due to the start-up surges in conventional compressors and reduces the inefficiencies in the heat exchangers, since such systems can operate over smaller temperature gaps between the coolant fluid and the heat load.

The research focus of the Thermoacoustics Laboratory in ARL at Pennsylvania State University in cooperation with Los Alamos Research Laboratory is the study of acoustically driven heat transport. Their goals include an improved understanding of fundamental thermoacoustic processes and the development of new thermoacoustic refrigerators and heat engines with increased power density, temperature span, and efficiency, and the commercialization of those devices. The laboratory provides the infrastructure to support research on the basic processes required to understand this emerging, environmentally friendly refrigeration technology. This facility also supports the fabrication and testing required to produce complete, full-scale operational prototype refrigeration systems for military and commercial applications such as food refrigera-

tors/freezers and air conditioners. Their prototypes have been flown on the Space Shuttle and have been used to cool radar electronics onboard a US Navy warship.

Thermoacoustic refrigerators with cooling powers ranging from a few watts to chillers with cooling capacities in excess of 10kW are currently in operation or under construction.

Although thermoacoustic refrigerators have not been commercialized yet and are considered to be still at a developmental stage, it is known that they can be used for any kind of cooling. Conventional, single-stage, electrically operated thermoacoustic refrigerators can reach cold side temperatures that are two-thirds to three-quarters of ambient temperature, so they are not well suited to cryogenic applications below -40°C. However, thermoacoustically driven pulse-tube style refrigerators can reach the cryogenic temperatures required to liquefy air or natural gas. In their early commercial stages, they will probably be limited to niche applications such as in military systems which are required to operate in closed environments and food merchandizing where toxicity is an important issue. As global environmental mandates and legislations/amendments become essential, one can expect the scope of thermoacoustic applications to expand both domestically and in emerging markets.

Bibliography

1. Refrigeration systems and applications.
2. <http://borgensystems.com/industrytrends/>.
3. <http://www.carnotrefrigeration.com/en/refrigeration/supermarket-refrigeration>.

Ю.В. Гагаринский

Научный руководитель – Т.Н. Цветкова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Термоакустическое охлаждение считается новой технологией, обеспечивающей охлаждение без использования хладагентов. Этот метод имеет потенциал для высокоэффективной работы без необходимости охлаждения жидкостей или механических движущихся частей. Эти факторы делают концепцию приемлемой для миниатюризации для размеров шкалы чипа для теплового управления электронными компонентами.

Сведения об авторе: Гагаринский Юрий Владимирович, ХТб-412, e-mail: gagarin02081996@gmail.com

УДК 621.316

D.S. Galiev

Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

POWER TRANSFORMER MAINTENANCE

An electric power system is a network of electrical components deployed to supply, transfer, store, and use electric power. The creation high technologies and the modernization of transforming and transferring electricity installations on distance gives new requirements to service ways of transformers. The work purpose is to define the place of transformes in the electric power system, the ways of power transformers maintenance.

An electric power system is a network of electrical components deployed to supply, transfer, store, and use electric power, which is an interconnection of electrical components (e.g. batteries, resistors, inductors, capacitors, switches) or a model of such an interconnection, consisting of electrical elements (e.g. voltage sources, current sources, resistances, inductances, capacitances). When operating power systems, it often becomes necessary to convert certain electrical quantities into similar analogs with proportionally changed values. This allows to simulate certain processes in electrical installations, safely perform measurements. The work purpose is to define the place of transformers in the electric power system, the ways of power transformers maintenance.

A transformer is a static electromagnetic device having two or more inductively coupled windings on any magnetic circuit and intended for conversion by means of electromagnetic induction of one or several systems (voltages) of alternating current into one or several other systems (voltages), without frequency change. The transformer provides AC voltage conversion and / or galvanic isolation in a variety of applications - power, electronics and radio engineering. Structurally, the transformer may consist of one (autotransformer) or several isolated wire or tape windings (coils), covered by a common magnetic flux, wound, as a rule, on a magnetic core (core) of ferromagnetic soft material.

Modern transformers can be: rod, armored or toroidal. All three types of transformers have similar characteristics, and reliability, but differ from each other in way of production. In transformers of rod type the winding is reeled up on the core, it joins in the core. The core of the armored transformer hides in itself practically all winding. Windings of the transformer of rod type are located horizontally while this arrangement in the armored transformer can be both vertical, and horizontal. Irrespective of transformer type, such three functional parts are its part: magnetic system of the transformer (magnetic conductor), windings and also cooling system.

Principle of the transformer operation. The operation of the transformer is based on the law of electromagnetic induction (Faraday's law), acting in electric and magnetic fields, varying in the form of harmonics of sinusoidal variables. It converts the primary value of the current vector flowing in the power circuit to a secondary lower value, with proportionality in modulus and exact angle transfer. There are two windings: primary and secondary. Primary winding receives power from an external source, and from a secondary winding stress is removed. Alternating current of primary winding creates variation magnetic field which, in turn, creates current in a secondary winding in a magnetic conductor.

Installation of the transformer is made on specially equipped assembly site near its own base (expediently on the base) and also on the Transformers maintenance home repair platform or at a constant or variable end face of the machine hall of power plant. The assembly site is provided with a source of the electric power of necessary power and communication with oil capacities from stationary oil facilities (or capacities settle down near the platform). The territory of the assembly site has to provide operation of lifting processing equipment and also free placement near a tank of the transformer of the accessories of knots prepared for installation.

During the work in the open air near the transformer establish the inventory room for personnel, storages of the tool, devices of materials. The platform is equipped with fire extinguishing means, phone. Illumination of the assembly (assembly) site has to ensure functioning in three changes. Installation of large transformers should be made on the project of the organization of works developed taking into account specific conditions. The volume of installation works includes preparation of the completing knots and details.

By preparation for installation check lack of cracks and damages of porcelain tires which surface is cleaned from pollution for the transformer of inputs of kV; then input is experienced the test tension of alternating current corresponding to an input tension class.

For oil-filled inputs of 110 kV and higher than the volume of preparatory work is caused by way of protection of oil of input against contact with air.

Maintenance of the power transformer with shutdown it from a power line is made as scheduled preventive maintenance realization. Frequency of maintenance of power transformers depends on their technical condition and on service conditions. Terms of maintenance are established in local instructions of the enterprise. However such repairs should be made at least once a year.

Maintenance of power transformers with disconnection from a power line includes external examination of the transformer, elimination of the found defects and also cleaning of insulators and a tank. Instructions to maintenance: lower dirt from the dilator, add in need of it oil and check correctness of indications of the oil indicator; check the crane and consolidations; examine the cooling devices and clean them; check a condition of gas protection and integrity of an exhaust pipe membrane; take also necessary measurements and tests. At well executed maintenance there shouldn't be emergency exits out of transformers operation, and duration of their operation has to increase [1].

Each power transformer which is in work has a gradual wear of the insulating materials. The wear of isolation accelerates together with increase in loading. At incomplete loading of the power transformer the wear of his isolation is slowed down. At the expense of it the transformer overload which doesn't reduce the normal term of his work is allowed during the separate periods. The size of an admissible overload of the power transformer in separate hours of days due to his underloading in other hours is determined by charts of load ability of the transformer. Such charts are made for power transformers with natural oil and compulsory air coolings proceeding from the normal term of wear of isolation of transformers from heating.

To use the factor allowing increase in loading of the power transformer in separate hours winter peak due to underloading of the transformer in summertime of year use the following provision: for each percent of underloading of the transformer in summertime 1% of an overload of the transformer in winter time, but no more than 15% is allowed. The general overload of the transformer which can be accepted when using of both specified factors shouldn't exceed 30%. All aforesaid belongs to the allowed overloads of power transformers in the conditions of their normal operation. Otherwise the issue of admissible overloads of power transformers in emergency cases is resolved.

The specified emergency overloads are allowed irrespective of the size of the previous loading and temperature of the cooling environment. For dry transformers the following emergency overloads are allowed: 20% within 60 min. and 50% within 18 min. Modern power transformers with a rated primary voltage work with big sizes of magnetic induction. Therefore even small increase in primary tension causes the increased heating of steel of the transformer and can threaten his integrity. In this regard at operation of the transformer the size of the brought tension is limited and she needs to be controlled. The most admissible excess of primary tension is accepted for transformers of equal 5% of tension corresponding to this branch [3].

Feature of the power transformers working with compulsory cooling of oil is fast temperature increase of oil at termination of work of the cooling system. However considering the considerable thermal capacity of transformers, allow their work in emergency operation at the termination of circulation of oil or water and also at a stop of fans of blasting. The extreme duration of operation of transformers in the specified conditions is defined by local instructions, where both results of the previous tests, and factory data of transformers are considered. But under all conditions operation of transformers at the termination of the cooling system is allowed no more, than within one hour.

The resistance size isolation of power transformers windings isn't normalized, nevertheless this characteristic is among the most important indicators of a condition of the transformer and she is systematically controlled, comparing to the size which took place at input of the transformer in operation. Measurements are performed at an identical temperature and identical duration of test (usually 1 min.). The size of resistance of isolation of windings of the transformer is considered satisfactory if she makes not less than 70% of initial value.

Required term of providing normal service life of the power transformer is controlled by its loading. If to conduct operation of the power transformer, without exceeding the loadings allowed for it, approximate service life of the power transformer makes about 20 years. It must be kept in mind at the same time that systematic underloading of power transformers for the purpose of prolongation of his service have also the negative sides: during this time the transformer design morally grows old. To control loading of transformers with a power of 1000 that above, it is necessary to install ampermeters which scale corresponds to the allowed transformer overload.

Oil temperature of transformers with a power less than 1000 kVA is controlled mercury thermometers. At the bigger power of transformers for this purpose also use manometrical thermometers. They are established for convenience of control of temperature at height 1,5l from the earth. As manometrical thermometers have smaller accuracy, than mercury, verification of their indications with indications of mercury thermometers is made from time to time. At the wrong turning on of transformers for parallel work there can be short circuits and also uneven distribution of loading between the working transformers. That it hasn't occurred, in the transformers which are switched on for parallel work it has to be observed [2]:

- a) equality of coefficients of transformation;
- b) coincidence of groups of connection;
- c) equality of tension of short circuit;
- d) the relation of capacities of transformers which isn't exceeding three;
- e) coincidence of phases of the connected chains (phasing).

As for transformers under the parallel work after checking which is confirmed existence of the specified conditions, the phasing of transformers for parallel work. Phasing of transformers is made before their inclusion in operation after installation or capital repairs with change of windings. Before turning on the transformer after capital or maintenance, results of the ordered tests and measurements should be checked. Relay protection of the transformer is established on shut-down. At survey of installation it is necessary to pay attention to a control system condition and the alarm system and also to position of the switching equipment. Trial turning on of the transformer in network is made a push on full tension. Such inclusion of danger to the transformer doesn't represent as in the presence in its damages it under the influence of protection will in due time be disconnected from network.

Test methods of power transformers. Measurements and tests of oil power transformers, auto-transformers, oil reactors and the reactors grounding the transformers in the course of preparation and installation, carrying out acceptance tests are made according to requirements of hl.1.8 of PUE, PTM 16.800.723-80, OAH.458.000-73 and hl. 6 of «Electric equipment testing norms» [3].

Measurements and tests of the transformers which are in operation made according to requirements «Testing norms of electric equipment and devices of consumers electroinstallations». Measurements and tests are carried out at capital («T») and flowing («F») repairs and also to the between-repairs period (the preventive tests which aren't connected with electric equipment conclusion in repair).

Depending on characteristics and conditions of transportation all transformers are subdivided into the following groups:

1. with power up to 1000 kV; up to 35 kV inclusive, transported with oil/the dilator;
2. with power from 1600 to 6300 kV – up to 35 kV inclusive, transported with oil and the dilator;
3. The 10000 kV transformers - above, transported with oil without dilator;
4. of 110 kV and above, transported completely filled in with oil;
5. of 110 kV and above, transported without oil with automatic feed by nitrogen;
6. of 110 kV and above, transported partially filled in with oil without dilator.

According to characteristics and the geometrical sizes all transformers are subdivided into the following dimensions: up to 35 kV inclusive 5–100 kV; up to 35 kV inclusive 135–500 kV; up to 35 kV inclusive 750–5600 kV; up to 35 kV inclusive 7500 kV – more and transformers from 35 to 121 kV of any power; from 121 to 330 kV of any power; of 500 and 750 kV of any power [2].

Possible malfunctions and ways of elimination: the accidents connected with the fire of transformers and gas protection. At lightning discharge and blocking of input of the transformer there can be a fire of the transformer. The oil flowing under pressure lights up. At emergence of the transformer fire it is necessary to remove from it stress (if it wasn't disconnected from protection action), to cause a fire brigade, to notify the management of the enterprise and to start fire extinguishing. At fire extinguishing it is necessary to take measures for prevention of spread of fire, proceeding from the created conditions. When spouting oil from inputs and the damaged

consolidations it is necessary for reduction of pressure of oil to lower a part of oil in drainage devices. At impossibility to extinguish the fire the main attention has to be paid to protection against fire of nearby transformers and other intact equipment. If signs of damage (cracklings, clicks in a tank, oil emission) aren't revealed, and the signal of gas protection has appeared, then it is possible to select tests of gas on the analysis without shutdown of the transformer. At detection of the combustible gas or gas containing decomposition products, the transformer has to be switched immediately-off then on him measurements and tests have to be taken [3].

Joint operation of gas and differential protection of the transformer speaks about serious damages in the transformer. In cases of false operation of gas protection one repetition of turning on of the transformer in the absence of visible external signs of his damage is allowed. If shutdown of the transformer has resulted from action of protection which aren't connected with his damage, it is possible to turn on the transformer in network without his check.

Thus, transformers take an important part in the electric power system; they not only convert the energy, but also provide failure-free and reliable work of the whole power system. The creation high technologies and the modernization of transforming and transferring electricity installations on distance gives new requirements to service ways of transformers.

Bibliography

1. Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Технология электромонтажных работ. М.: Академия, 2004. 592 с.
2. Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок. М.: Энергоатомиздат, 1991. 592 с.
3. Кисаримов Р.А. Ремонт электрооборудования: справочник. М.: ИП РадиоСофт, 2005. 544 с.

Д.С. Галиев

Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОБСЛУЖИВАНИЕ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Электрическая система представляет собой сеть электрических компонентов, предназначенных для поставки, передачи, хранения и использования электроэнергии. Создание высоких технологий и модернизация трансформаторных и передающих электроустановок на расстоянии предъявляют новые требования к способам обслуживания трансформаторов. Цель работы – определить место трансформаторов в электроэнергетической системе, способы технического обслуживания силовых трансформаторов.

Сведения об авторе: Галиев Денис Сергеевич, ЭНБ-412, e-mail: den52-96@mail.ru

УДК 621.039

A.F. Gusarenko

Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PECULIARITIES OF NUCLEAR ENERGY

The modern world is based on electricity, more and more resources required for meeting global population needs. The finding alternative sources of energy is a preliminary task for the humanity for saving planet environment. This article describes the peculiarities of nuclear energy; classification, application prospects and operating principle of nuclear power plants in the modern world are presented here.

The world does not stand still, more electricity is needed every year, and the energy sources that we are accustomed to require many resources and cause huge damage to the environment, from water supply problems to global warming. Due to there is a necessity to search the alternative sources of energy, such as solar radiation, wind, heat of the earth's interior. However, not all climatic and geographic conditions allow them to be used, and the technologies necessary for this have not developed yet. This article describes the peculiarities of nuclear energy; classification, application prospects and operating principle of nuclear power plants in the modern world are presented.

To generate the required energy, a large number of resources are needed, such as gas, oil, coal (non-renewable resources), as well as suitable sources of hydraulic energy (rivers and other water bodies). The stations using these resources are detrimental to the whole world ecology. When fuel is burned at thermal power plant (TPP), combustion products are formed, which cause the precipitation of acid rain and intensify the greenhouse effect. In turn, for the operation of the hydro power plant (HPP), entire rivers and water bodies are allocated, because of which the problems of water supply, fisheries and the leisure industry are exacerbated. Nuclear power plants (NPPs) in their work are much cleaner than other stations. This is because the fuel used is radioactive material, which can be processed several times, bypassing the creation of a huge amount of waste. In addition, this type of waste is so small that there are usually no problems with its disposal.

The most widely used energy sources on the Earth today are:

- minerals of organic origin;
- renewable sources of energy, also of organic origin (wood fuel, etc.);
- sources of hydraulic energy (suitable for this purpose rivers and other water bodies).

Together, these energy sources meet today's human needs for energy by about 80%. However, mineral resources are rather limited and distributed on the Earth quite unevenly from the geopolitical point of view. Renewable energy sources are not sufficiently caloric and their widespread usage to meet today's needs is threatened by an apparent ecological catastrophe. Possibilities of using water energy are also very limited and have a negative impact on the environment.

Authoritative domestic and foreign scientists believe that nuclear power engineering will remain a promising direction for the development of energy systems in the nearest future, despite the possible dangers associated with the using of radioactive materials as the main fuel of nuclear power plants. The prospect of nuclear power becomes more evident every year due to the results of research conducted in leading nuclear countries. The results of these studies indicate that the creation of sufficiently reliable nuclear power plants is quite real today. [1]

Nuclear energy is widely used in many sectors of the economy. Powerful submarines and surface ships with nuclear power installations are being built. Minerals searching is carried out with the help of a peaceful atom. Radioactive isotopes found massive applications in biology, agriculture, medicine, in the exploration of space.

There are nine nuclear power plants (NPPs) in Russia, and almost all of them are located in the densely populated European part of the country. More than 4 million people live in the 30-kilometer zone of these plants.

The positive significance in the energy balance of nuclear power plants is obvious. Hydro-power for its work requires the creation of large reservoirs, under which are flooded large areas of fertile land along the banks of rivers. The water in them stagnates and loses its quality, which in turn exacerbates the problems of water supply, fisheries and the leisure industry.

Thermal power plants are most conducive to the destruction of the biosphere and the natural environment of the Earth. They have already exterminated dozens of organic fuel tons. For its extraction from agriculture and other spheres, huge land plots are being seized. In places of open coal mining, «lunar landscapes» are formed. The increased ash content in fuel is the main cause of air emissions of tens of millions of tons. All the world's thermal power plants emit up to 250 million tons of ash and about 60 million tons of sulfur dioxide per year.

Atomic power plants are the third «whale» in the system of modern world energy. Technique of nuclear power plants is undoubtedly a major achievement of scientific and technical progress.

In the case of accident-free operation, nuclear power plants produce virtually no pollution of the environment, except for thermal. It is true that as a result of the operation of nuclear power plants (and enterprises of the nuclear fuel cycle), radioactive wastes are formed, representing a potential danger. The volume of radioactive waste is very small, they are very compact, and they can be stored in conditions that ensure no leakage to the outside.

NPPs are more economical than conventional thermal power plants, and, most importantly, when properly operated, are clean energy sources.

At the same time, developing nuclear energy in the interests of the economy, nobody should forget about the safety and health of people, since mistakes can lead to catastrophic consequences.

In the second half of the 1940s, before the end of the work on the creation of the first atomic bomb (its test, as is known, was held on August 29, 1949), Soviet scientists began to develop the first projects for the peaceful using of atomic energy, the general direction of which immediately became electric power industry.

Nuclear power plants are classified according to the reactors:

- Reactors on thermal neutrons, using special retarders to increase the probability of neutron absorption by the nuclei of fuel atoms;
- Reactors on light water;
- Reactors on heavy water;
- Fast reactors;
- Subcritical reactors using external neutron sources;
- Thermonuclear reactors. [2]

According to the type of energy, such power plants can be divided into nuclear power plants (NPPs) designed to generate only electricity and atomic thermal power plants (ATEC), producing both electric power and heat energy. However, at all nuclear power plants in Russia there are heating plants designed for heating the network (delivery) water.

The energy released in the core of the reactor is transferred to the heat carrier of the primary circuit. Then the coolant enters the heat exchanger (steam generator), where the water of the second circuit heats up to boiling. The resulting steam enters the turbines that rotate the electric generators. At the outlet of the turbines, the steam enters the condenser, where it is cooled by a large amount of water coming from the reservoir.

The pressure compensator is a rather complicated and cumbersome design, which serves to equalize the pressure fluctuations in the circuit during the operation of the reactor, arising from the thermal expansion of the coolant. The pressure in the first circuit can reach up to 160 atmospheres (VVER-1000). [3]

In addition to water, in various reactors, molten sodium or gas can also be used as a heat carrier. The use of sodium makes it possible to simplify the design of the shell of the reactor core (unlike the water circuit, the pressure in the sodium circuit does not exceed atmospheric pressure), get rid of the pressure compensator, but creates its own difficulties associated with increased chemical activity of this metal.

The total number of circuits can vary for different reactors. Reactors of the RBMK type (Reactor of Large Capacity of Channel type) use one water circuit, and reactors BN (reactor on Fast Neutrons) – two sodium and one water circuit. [4]

In the event that large amounts of water cannot be used to condense the steam, instead of using the reservoir, water can be cooled in special cooling towers (cooling towers), which due to their size are usually the most visible part of the nuclear power plant.

Advantages of nuclear power plants are:

- No harmful emissions;
- Emissions of radioactive substances are several times smaller than coal electricity. station of similar capacity (the ash of coal-fired TPP contains the percentage of uranium and thorium sufficient for their beneficial extraction);
- A small amount of fuel used and the possibility of its reuse after processing;

- High power: 1000–1600 MW per power unit;
- Low cost of energy, especially heat.

The disadvantages of nuclear power plants are the following: irradiated fuel is dangerous, requires complex and expensive measures for processing and storage; the operating mode with variable power for reactors operating on thermal neutrons is undesirable; the consequences of a possible incident are severe, although its probability is quite low; large capital investments, both specific, for 1 MW of installed capacity for units with a capacity of less than 700–800 MW, and general ones necessary for the construction of the station, its infrastructure, and also in case of possible liquidation [5].

Despite these shortcomings, nuclear power seems to be the most promising. Alternative ways of obtaining energy, due to the energy of tides, wind, sun, geothermal sources, etc. at the moment are characterized by a low level of extracted energy and its low concentration.

Currently, international projects of new-generation nuclear reactors are under development, for example GT-MGR, which will improve safety and increase the efficiency of nuclear power plants.

The United States and Japan are developing mini-nuclear power plants, with a capacity of about 10-20 MW for the purposes of heat and power supply of individual industries, residential complexes, and in the future – individual houses. With a decrease in the capacity of the installation, the estimated scale of production is growing. Small-sized reactors are created using safe technologies that repeatedly reduce the possibility of a nuclear leak.

Thus, nuclear power is a high-tech and innovative branch of the economy, which today is one of the most dynamically developing in the world, and also plays a significant role in the world energy. Among the competitive advantages of nuclear power industry, low resource costs and relatively low negative impact on the environment can be identified. Further development of the industry and the stability of the competitive position require the creation of sufficiently reliable security systems that can prevent emergencies.

Bibliography

1. Макаров А.А. Митрова Т.А., Кулагин В.А. Долгосрочный прогноз развития энергетики мира и России [Электронный ресурс] // Экономический журн. ВШЭ. 2012. Т. 16, № 2. С. 172–204. Режим доступа: <https://ej.hse.ru/> Дата обращения: 12.03.18.
2. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. М.: Энергоатомиздат, 1990. С. 21–22.
3. Андрущечко С.А., Афоров А.М., Васильев Б.Ю., Генералов В.Н. и др. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта. М.: Логос, 2010. 604 с.
4. Емельянов Я.И., Михан В.И., Солонин В.И. Конструирование ядерных реакторов / под общ. ред. акад. Н.А. Доллежала. М.: Энергоиздат, 1982. 400 с.
5. Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 2002. 464 с.

А.Ф. Гусаренко

Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОСОБЕННОСТИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ

Современный мир основан на электроэнергии, все больше и больше ресурсов требуется для удовлетворения глобальных потребностей населения. Поиск альтернативных источников энергии является приоритетной задачей человечества для сохранения окружающей среды планеты. Описываются особенности атомной энергетики, представлены классификация, принцип работы и перспективы использования атомных электростанций в современном мире.

Сведения об авторе: Гусаренко Анатолий Федорович, ЭНБ-212, e-mail: gusarenko7@gmail.com

A.V. Gusev
Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

GEOHERMAL ENERGY

The new branches development of science and technology, population growth and the problems related to environmental pollution bring us back to the issue of finding new safe energy sources. This article is considered geothermal energy potential, its interaction with environmental aspects.

The new branches development of science and technology, population growth and the problems related to environmental pollution bring us back to the issue of finding new safe energy sources. Energy, being the main driving factor for the development of the economy and improving the welfare of the population, is characterized by the highest growth rates. There are many types of alternative energy: solar and wind energy, bioenergy, geothermal energy, water energy, each of them has their certain advantages and disadvantages. This paper is devoted geothermal energy potential, its interaction with environmental aspects.

Scientists believe that the number of geothermal power plants in the near future will grow with the failure of power plants that operate on renewable resources. In the world, geothermal power plants are inferior to power plants working on other renewable resources in terms of the total potential working capacity, but it gains in density in certain regions where there are problems with minerals. The development of this industry in the world will be quite diverse, as this energy is quite situational because its production is effective on the edges of continental plates and in seismically active regions. Due to this, far from all countries, the extraction of electricity in this way will be beneficial [5].

Scientists from the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in 2006 estimated that with an investment of approximately \$ 1 billion in research, development for 15 years will allow the creation of advanced geothermal systems that can produce up to 100 GW, and this is only in the US. In addition, at the Massachusetts Institute of Technology, it is estimated that more than $200 \cdot 10^{21}$ J (200 ZJ) will be recoverable, with the potential to increase to $2,000 \cdot 10^{21}$ J (2000 ZJ) with technological improvements sufficient to meet all the world's energy needs during several millennia [1].

Geothermal energy is the energy received from the natural heat of the Earth. The planet allocates $42 \cdot 10^{12}$ W of heat, of which only 2% ($840,000,000,000$ W) are available for extraction since 98% is in the core and mantle where extraction is not yet possible. The temperature of the upper layers of the soil depends mainly on external (exogenous) factors – sunlight and air temperature. In summer and in the daytime the soil warms up to certain depths and in winter and at night, it cools down after a change in air temperature and with some delay, increasing with depth. The effect of diurnal variations in air temperature ends at depths from one to several tens of centimeters. Seasonal oscillations capture deeper layers of soil - up to tens of meters. At a depth of tens to hundreds of meters - the temperature of the soil is kept constant, equal to the average annual air temperature at the surface of the Earth [2].

From a certain depth, the action of the Sun and the atmosphere is weakened so much that endogenous (internal) factors come to the forefront and the subsurface warms up from the inside, so that the temperature begins to grow with depth.

The warming up of the deep layers of the Earth is mainly associated with the decay of radioactive elements located there, although other sources of heat, for example, physicochemical, tectonic processes in the deep layers of the earth's crust and mantle are also called. The temperature of rocks and associated liquid and gaseous substances with depth increases. Insignificant heat flow from the interior to the surface on most of the planet is associated with low thermal conduc-

tivity of rocks and features of the geological structure. However, there are exceptions - places where the heat flow is great. These are zones of tectonic faults, increased seismic activity and volcanism, where the energy of the Earth interior finds a way out. For such zones, thermal anomalies of the lithosphere are characteristic; here the heat flux reaching the Earth's surface can be several times greater and even more powerful than the «ordinary» one. A huge amount of heat to the surface in these areas is caused by volcanic eruptions and hot springs. Such areas are the most favorable for the development of geothermal energy. In Russia, it is primarily Kamchatka, the Kuril Islands and the Caucasus [3].

A huge amount of heat on the surface in these areas is borne by volcanic eruptions and hot water sources. Such areas are most favorable for the development of geothermal energy. At the same time, the development of geothermal energy is possible almost everywhere, since the increase in temperature with depth is a widespread phenomenon, and the task is to «extract» heat from the bowels, just as mineral raw materials are extracted from there. On average, the temperature increases with depth by 2.5–3 °C for every 100 m. The ratio of the temperature difference between two points lying at different depths to the depth difference between them is called a geothermal gradient. For example, in the state of Oregon (USA) the gradient is 150 °C per 1 km, and in South Africa – 6 °C per 1 km. If the trend persists, the temperature at a depth of 10 km should average about 250–300 °C. This is more or less confirmed by direct observations in superdeep wells. For example, in the Kola superdeep well bored in the Baltic crystalline shield, the temperature to a depth of 3 km varies at a rate of 10 °C / 1 km, and then the geothermal gradient becomes 2–2.5 times larger. At a depth of 7 km, temperatures of 120 °C have already been fixed, 180 °C for 10 km, and 220 °C for 12 km [2].

Another example is a well located in the Northern Caspian, where a temperature of 42 °C was recorded at a depth of 500 m, 70 °C at 1.5 km, 80 °C at 2 km, and 108 °C at 3 km [3].

It is assumed that the geothermal gradient decreases from a depth of 20–30 km: at a depth of 100 km, the estimated temperatures are about 1300–1500 °C, at a depth of 400 km – 1600 °C, in the Earth's core (depths over 6,000 km) – 4000–5000 °C.

At depths of up to 10–12 km, the temperature is measured through the perforated wells; there, where they are not, it is determined by indirect signs, as well as at great depths. Such indirect signs can be the nature of the passage of seismic waves or the temperature of the pouring lava. At depths of several kilometers, much heat is extracted from the natural coolant – heated thermal waters that come out to the surface or lie at a depth that is accessible to us. In some cases, the water in the depths is heated to the state of steam.

Thermal waters are hot underground waters in a liquid state or in the form of steam, including those emerging on the surface of the Earth with a temperature above 20 °C, that is, generally higher than the air temperature in this region.

The heat of underground water, steam, steam-water mixtures is hydrothermal energy. The situation is more complicated with the extraction of heat directly from dry rock – petrothermal energy, especially since sufficiently high temperatures, as a rule, begin with depths of several kilometers. The potential of petrothermal energy is much higher than that of hydrothermal energy, since the heat of the earth's depths is everywhere, and thermal waters are found locally. However, due to technical difficulties for obtaining heat and electricity, thermal water is currently used for the most part.

Water temperatures from 20–30 to 100 °C are suitable for heating, temperatures from 150 °C and above – for generating electricity in geothermal power plants.

Geothermal energy is considered sustainable, heat transfer is small compared to the heat content of the Earth, but production must be controlled to avoid local exhaustion. Although geothermal objects are capable of providing heat for many decades, individual wells can cool down or become dehydrated. At present, the depth of geothermal wells rarely exceeds 3 kilometers. [4]

There are three schemes for generating electricity using hydrothermal resources: direct using dry steam, indirect using steam and a mixed production scheme (binary cycle). The type of conversion depends on the state of the medium (vapor or water) and its temperature. The first to be

mastered power plants on dry steam. To produce electricity on them, steam coming from the well is passed directly through the turbine / generator. Power plants with indirect type of electricity generation are by far the most common. They use hot underground water (up to 182 °C) which is pumped at high pressure into the generator sets on the surface. Geothermal power plants with a mixed production scheme differ from the two previous types of geothermal power plants in that steam and water never enter into direct contact with the turbine / generator.

Geothermal power plants have many advantages:

- Reserves of geothermal resources are considered renewable, almost inexhaustible, but under one condition: it is impossible to pump a large amount of water into the injection well in a short period.

- The station does not require external fuel.

- The installation can work autonomously, on its generated electricity.

- An external power source is needed only for the first start of the pump.

- The station does not require additional investment, except for maintenance and repair costs.

Geothermal power plants do not need areas for sanitary zones. If the station is located on the sea or oceanic shore, it may be used for natural desalination of water. This process can occur directly in the operating mode of the station - when the water is heated and water evaporation is cooled.

- Geothermal power plants produce a relatively small amount of pollutants, so that environmental pollution is insignificant.

There are some disadvantages, such as great initial investments in the development, design and construction of geothermal power plants. Often, problems arise in the selection of a suitable location for the installation of a power plant and obtaining permission from the authorities and local residents. Emissions of flammable and toxic gases, minerals that are contained in the earth's crust, are possible. Technologies on some modern installations allow collecting these emissions and processing them into fuel. It happens that the operating power station stops, this can occur due to natural processes in the rock or by excessive water injection into the well. [4]

Geothermal electricity is generated in 24 countries. Leaders for the electricity production through geothermal power plants are the United States, the Philippines and Indonesia. Advanced geothermal systems with a depth of several kilometers operate in France and Germany and are developed or evaluated in at least four other countries. The largest group of geothermal power plants in the world is located at the Geothermal Field in California. In the Philippines, geothermal energy accounts for about 27% of the country's electricity production.

As it was said in the climate project of the Asia-Pacific Summit that Indonesia could become a superpower in the production of electricity from geothermal energy. India announced a plan for the development of the country's first geothermal power facility in Chhattisgarh. Canada is the only major country on the Pacific volcanic ring of fire, in which geothermal energy is not yet developed. The most promising region is the Canadian Cordillera, stretching from British Columbia to the Yukon, where production is estimated to be between 1,550 MW and 5,000 MW. [5]

In Iceland, now more than 60% of all consumed energy is taken from the Earth. Including at the expense of geothermal sources, 90% of heating and 30% of electricity are provided. We add that the rest of the electricity in the country is produced at the hydroelectric power station that is also using a renewable energy source making Iceland a kind of global environmental standard.

The invention of geothermal power plants in the twentieth century greatly helped Iceland economically. Until the middle of the last century it was a very poor country, now it occupies the first place in the world in terms of installed capacity and production of geothermal energy per capita and is in the top ten by the absolute value of the installed capacity of geothermal power plants. However, its population is only 300 thousand people, which simplifies the task of transition to clean energy sources: the requirements in it are generally low.

Thus, the geothermal power is cost-effective, reliable, sustainable, and environmentally friendly, but has historically been limited to areas near tectonic plate boundaries. Recent technological advances have dramatically expanded the range and size of viable resources, especially

for applications such as home heating, opening a potential for widespread exploitation. The geothermal energy has great prospects for development. Countries are ready to invest into the development of geothermal power plants. At certain costs, this branch of energy can become the main one in certain countries. The production of electric power with the help of geothermal power plants is growing rapidly and according to the scientists' forecasts, the rates of extraction and development will only grow.

Bibliography

1. The Future of Geothermal Energy. Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century [Электронный ресурс] / Massachusetts Institute of Technology, 2006. Режим доступа: <https://www.conserve-energy-future.com/> Дата обращения: 12.03.2018.
2. Дегтярев К. Тепло Земли. Геотермальная энергия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scisne.net/a-1172/> Дата обращения: 03.03.2018.
3. Евсеев А. Кольская скважина – путь в преисподнюю [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pravda.ru/science/27-10-2010/1054528/> Дата обращения: 06.03.2018.
4. Геотермальные электростанции – прекрасная альтернатива традиционным методам получения энергии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://greenologia.ru/eko-zhizn/texnologii/.html> / Дата обращения: 11.03.2018.
5. Morphet S. Exploring BC's Geothermal Potential [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bchydro.com/content/dam/documents/current-plan/report-20160331-kwl-geothermex.pdf> / Дата обращения: 10.03.2018.

А.В. Гусев

Научный руководитель – Л.А. Чижилова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Развитие новых отраслей науки и техники, рост населения и проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, возвращают нас к вопросу поиска новых безопасных источников энергии. Рассматривается потенциал геотермальной энергии, ее взаимодействие с экологическими аспектами.

Сведения об авторе: Гусев Алексей Викторович, ЭНб-212, e-mail: Aleksey23156@mail.ru

УДК 621.56/.59+61

A.D. Kovtun

Scientific adviser – T.N. Tsvetkova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

REFRIGERATORS IN MEDICAL USE

In the medical field, there is a need to keep materials like, medications, samples or vaccines at a constant temperature. There are major risks to the effectiveness of vaccines if they aren't stored in the proper environment.

When it comes to refrigeration, every facility has its own unique storage needs. Research laboratories may need to hold critical biological samples at a steady temperature or risk compromising a timely study, while some medical clinics may just need to keep ice packs on hand for patients with muscle pain.

Navigating the industry of scientific, medical, and laboratory refrigeration can be a daunting task. For many, the temptation to just purchase an inexpensive «dorm fridge» off the floor of a chain store is an easy solution. That decision, however, can be extremely dangerous and ultimately, far more expensive than investing in a quality appliance specifically engineered for the scientific industry's storage needs.

Here are some key questions to ask when choosing a medical refrigerator:

Most refrigerators and freezers are generally designed for either built-in (or “zero clearance”) installation or freestanding use. If a refrigerator is going to be placed under a counter and surrounded by cabinets on either side, it must be designed and constructed for built-in installation. This usually means there is a fan that pushes air out the front (typically located in the kick-plate).

Freestanding refrigerators do not usually include exterior fans. As a result, installing one under a counter with little ventilation will compromise its performance, as the side walls or rear can overheat. When choosing a medical refrigerator, always determine how much space you will need around it. Built-in capable units generally come at a higher price, but it's worth the investment if it ultimately leads to safer cold storage in your institution.

When it comes to the shelving systems inside medical refrigerators, the key is to promote proper airflow. While glass shelves tend to be more popular with residential customers for their easy cleanability, they are not recommended for medical storage because the solid surface can impede cooling circulation. Instead, look for a medical refrigerator that includes wire shelves, or shelves that are perforated with ventilation holes.

Some vaccine refrigerators are built with interior drawers that have solid fronts in order to help shield stored contents from ambient temperature when the door is opened. In that case, the drawers may be constructed from wire or installed with added space in the rear to allow full air circulation. These kinds of bins or baskets are recommended by the CDC to help ensure better organization and air circulation within the pharmacy grade refrigerator.

Another case where medical refrigerators differ from household units can be found in the door shelves, or usual lack thereof. Because door shelves are constantly exposed to ambient temperature, proper medical refrigerators will have flat door liners in place of door racks. General purpose or lighter medical refrigerators sometimes include door racks, but it is never recommended to store any sensitive material in that space. Instead, put water bottles or gel packs on the door shelves to help stabilize interior temperature.

While there is no universal temperature setting for all vaccines or biological samples, it is always advised that any kind of medical refrigerator stay within 2 to 8 °C. Within that temperature range, most units will still experience minor temperature swings. For more advanced medical refrigerators, that swing should be no higher than 2°C outside the thermostat set point.

Medical or laboratory freezers have different requirements depending on what they are storing. Ultra low laboratory freezers are generally classified by their temperature, with units that can reach between -45° and -85 °C. Other temperature classes include -35°, -30°, and -25 °C, while more standard freezers run between -10° and -20 °C. As you can probably imagine, it is vital to know what temperature requirements the items you will be storing have before purchasing a clinical grade freezer. Vaccines, biological samples, plasma, and other sensitive material have unique temperature needs, and it is best to know the details before making a decision.

Once you have selected a refrigerator designed to medical standards, it is important to make sure it is actually performing to these standards. Monitoring the temperature is vital to ensuring that your refrigerator is protecting, and not damaging its contents.

All scientific refrigerators should include a temperature readout on the outside of the unit. Note that this is not the same as having a digital temperature control outside the unit; a thermostat controls the temperature and generally shows a readout of what temperature has been set, while a thermometer (ideally, a NIST calibrated thermometer) will provide a more accurate display of the temperature inside the unit. The CDC recommends using a digital thermometer that has its probe placed in a glycol-filled bottle, as opposed to other fluid-filled bio-safe liquid

thermometers, food thermometers, or household mercury thermometers. Certified thermometers will include a Certificate of Traceability to prove that the thermometer has been calibrated to a recognized standard.

For more specific and longer-term temperature monitoring, facilities should record temperature via a data logger. Many state laws now require automated temperature monitoring in hospital refrigeration. Depending on your needs, you can find a variety of temperature loggers that will work with your system. Rather than assigning a staff member to take regular temperature readings from a thermometer, data loggers record interior temperature at user-set time intervals. USB based loggers save the information to a thumb drive and allow users to view the temperature performance via spreadsheets or charts, while stand-alone loggers have smaller storage and record to their own system. Some more advanced data loggers can interact with smart phones or wireless connections and can include temperature alarms and notifications.

While logging temperature is crucial, knowing if and when a refrigerator goes out of its required temperature range is even more vital to acting fast and protecting stored contents, especially when dealing with sensitive, expensive, and potentially life-saving vaccines. Many medical refrigerators will include audio temperature alarms that will sound if the unit rises or falls out of a pre-set temperature range. Depending on your needs, more advanced alarms can notify staff of a temperature issue via text message or email.

As you can see, there are many factors to consider before specifying and choosing the right refrigerator or freezer for your facility. Improper storage conditions can lead to costly losses. Take some time to understand exactly what your storage needs are before committing expensive, potentially life-saving materials to their new home.

Bibliography

1. <http://www.accucold.com/understandingmedicalrefrigeration>.
2. <http://www.labfreez.com/laboratory-freezer/refrigerators>.
3. <https://www.bmedicalsystems.com/en/pc/biomedical/medical-refrigerators/>.

А.Д. Ковтун

Научный руководитель – Т.Н. Цветкова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ХОЛОДИЛЬНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ

В медицинской области существует необходимость держать такие материалы, как лекарства, образцы или вакцины при постоянной температуре. Существуют серьезные риски эффективности вакцин, если они не хранятся в надлежащей среде.

Сведения об авторе: Ковтун Александр Денисович, ХТб-412, e-mail-tankist3trt80@mail.ru

УДК 621.315

L.S. Posypayko

Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

POWER TRANSMISSION LINES

Modern world engineers design power transmission and distribution networks, which is the final stage in the supplying of electricity from the transmission system to individual consumers with using for

this transportation such components as power lines, cables, circuit breakers, switches and transformers. This work considers power lines as an essential element of energy transmission system; their classification and design are described here.

Electric power distribution is the final stage in the delivery of electric power; it carries electricity from the transmission system to individual consumers. A wholesale electricity market is to manage the security of the power system in real time and co-ordinate the supply of and demand for electricity, in a manner that avoids fluctuations in frequency or interruptions of supply. The stability of the voltage and frequency supplied to customers varies among countries and regions. Erratic power supply may be a severe economic handicap to businesses and public services, which rely on electrical machinery, illumination, climate control and computers. Even the best quality power system may have breakdowns or require servicing. The modern world uses the power lines everywhere; thanks to them, electricity reaches our homes from power plants. This work considers power lines as an essential element of energy transmission system; their classification and design are described.

Engineers design transmission networks to transport the energy as efficiently as feasible, while at the same time taking into account economic factors, network safety and redundancy. These networks use components such as power lines, cables, circuit breakers, switches and transformers.

The transmission line is one of the electrical network components, a system of power equipment intended for the transmission of electricity through an electric current. An electric power line in the structure of such a system goes beyond the power plant or substation allowing remoting long-distance transmission of energy. There are air and cable power lines. Recently, gas-insulated lines have become popular.

The transmission line also transfers information using high-frequency signals. They are used for dispatching control, telemetry data transmission, relay protection signals and emergency automatics.

The construction of a power line is a complex task, which includes design, production, installation, commissioning, and maintenance.

Air power lines. Air transmission line is a device intended for transferring or distributing electric power through wires that are in the open air and attached by means of traverses (brackets), insulators and fittings to supports or other structures (bridges, overpasses).

The composition of air power lines is presented by the following elements: wires; traverses; insulators; fittings; supports; lightning protection cables; arresters; earthing; sectioning devices; fiber-optic communication lines (in the form of separate self-supporting cables, or built-in lightning protection cable, power wire); auxiliary equipment for operation needs (high-frequency communication equipment, capacitive power take-off, etc.); elements for marking high-voltage wires and power line supports to ensure the safety of aircraft flights.

Supports are marked by a combination of colors of certain colors, wires – aviation balls for designation in the daytime. To indicate day and night, the lights of the light guard are used.

Documents regulating air power lines: The design of the overhead line, its design and construction are regulated by the Rules for the installation of electrical installations and Building codes and regulations.

Classification of air power lines: alternating current (AC) air power lines; direct current (DC) air power lines. Air power lines serve for AC transmission and only in some cases direct current lines are used (for example, for power systems communication, power supply of the contact network and others). The lines of constant current have less loss on the capacitive and inductive components.

By appointment:

- Ultra-long-distance air power lines with a voltage of 500 kV and above (designed for communication of separate power systems);

- Backbone air power lines with voltage 220 and 330 kV (designed for power transmission from powerful power plants, as well as for communication of power systems and association of power plants within power systems – for example, they connect power stations with distribution points);

- Distribution 35, 110 and 150 kV air power lines (intended for power supply to enterprises and populated areas of large areas – connect distribution points with consumers);

- Air power lines 20 kV and below, supplying electricity to consumers.

By voltage: up to 1000 V (air power lines of lower voltage class); above 1000 V; 1-35 kV (air power lines of medium voltage class); 110-330 kV air power lines (high-voltage air power lines); 500-750 kV (air power lines of ultra-high voltage class); above 750 kV (ultra-high voltage air power lines). These groups are significantly different, mainly – requirements in terms of design conditions and designs.

On the operation mode of neutrals in electrical installations:

- Three-phase networks with ungrounded (isolated) neutral (neutral is not connected to the grounding device or connected to it through devices with high resistance).

- Three-phase networks with resonant-grounded (compensated) neutral (neutral bus connected to ground via inductance).

- Three-phase networks with effectively grounded neutral (high and extra high voltage networks, the neutral terminals of which are connected to the ground directly or through a small active resistance). In Russia, these networks are 110, 150 and partially 220 kV; in which transformers are used, (autotransformers require mandatory neutral grounding of the neutral).

- Grids with a grounded neutral (the neutral of the transformer or generator is connected to the grounding device directly or through a small resistance). These include networks with a voltage of less than 1 kV, as well as networks with a voltage of 220 kV and above.

According to the operating mode, depending on the mechanical state: normal operation mode (wires and cables are not torn); emergency operation mode (with full or partial breakage of wires and cables); air power lines installation mode of operation (during installation of supports, wires and cables).

Main elements of overhead lines:

- track – the position of the air power lines axis on the earth's surface;

- pickets – the segments to which the route is divided, the length of the depends on the rated voltage of the overhead line and the type of terrain;

- a zero piquet sign indicates the beginning of the route;

- the center sign on the route of the under construction air power lines indicates the center of the support location;

- production picket – installation of picket and center marks on the track in accordance with the sheet of support;

- the foundation of a support is a structure embedded in or supporting the ground and transmitting to it the load from the support, insulators, wires (cables) and from external influences (ice, wind);

- basement foundation – the bottom of the lower part of the excavation, which receives the load;

- span (length of span) – the distance between the centers of two supports, on which wires are suspended; there is an intermediate span (between two neighboring intermediate supports) and an anchor spacing (between anchor supports); transition span is a span crossing a structure or a natural obstacle (river, ravine);

- the angle of rotation of the line is the angle α between the directions of the air power lines line in adjacent spans (before and after the turn);

- sight arrow – the vertical distance between the lowest point of the wire in the span and the straight line connecting the points of its attachment to the supports;
- wire gauge – the vertical distance from the wire in the span to the intersections of the engineering structures, the surface of the earth or water;
- loop is a piece of wire connecting on the anchor support the tensioned wires of neighboring anchor spans.

Installation of air power lines is carried out by the method of installation «under tension». This is especially true in the case of a complex terrain. When selecting equipment for installing power transmission lines, it is necessary to take into account the number of wires in the phase, their diameter and the maximum distance between the transmission line supports.

Cable power line is a line for the transmission of electricity or its individual impulses, consisting of one or more parallel cables with connecting, locking and end clutches (fittings) and fasteners, and for oil-filled lines, in addition, with feeders and the oil pressure alarm system.

Cable lines are classified similarly to airlines. In addition, the cable lines are divided:

- *according to the conditions of passage*: underground, on structures, underwater;
- *by type of insulation*: liquid (impregnated with cable oil), solid: paper and oil; polyvinylchloride; rubber-paper; cross-linked polyethylene; ethylene-propylene rubber.

Cable constructions can be classified as:

- Cable tunnel – a closed structure (corridor) with supporting structures located therein for placing cables and cable boxes on them, with a free passage along the entire length, allowing to lay cables, repair and inspect cable lines.

- Cable duct is a non-construction structure, closed and partially or completely buried in the ground, floor, floor, etc., and designed to accommodate cables in it, the installation, inspection and repair of which can only be performed with the ceiling removed.

- Cable shaft is a vertical cable structure (usually rectangular cross-section), whose height is several times larger than the cross-sectional side, provided with staples or a ladder to move people along it (through shafts) or completely or partially removable wall (impassable shafts).

- The cable floor is a part of the building that is bounded by a floor and an overlap or a covering, with a distance between the floor and protruding parts of the floor or covering of not less than 1.8 m.

- Double floor – a cavity, limited by the walls of the room, between floors and floors of the room with removable plates (on all or part of the area).

- Cable block – a cable structure with pipes (channels) for laying cables in them with associated wells.

- Cable chamber – underground cable structure, closed with a blind removable concrete slab, intended for laying cable joints or for pulling cables into blocks. The camera, which has a hatch to enter it, is called a cable well.

- Cable overpass – aboveground or above ground open horizontal or inclined long cable structure. The cable trestle can be through or unprotected.

- Cable gallery – aboveground or aboveground (completely or partially, for example, without sidewalls) a horizontal or inclined extended cableway.

Losses in transmission lines. The losses in electricity in the wires depend on the amperage, so when it is transmitted over long distances, the voltage is repeatedly increased (by reducing the current by the same amount) with a transformer, which, when the same power is transmitted, can significantly reduce losses. However, as the voltage increases, various discharge phenomena begin to occur.

In the air lines of ultrahigh voltage there are losses of active power per crown (corona discharge). The corona discharge occurs when the strength of the electric field at the wire surface exceeds a threshold value. The intensity of the electric field is directly proportional to the volt-

age on the wire and inversely proportional to its radius, so it is possible to deal with losses to the crown by increasing the radius of the wires, and (to a lesser extent) by applying phase splitting, that is, using in each phase several wires held by special spacers at a distance of 40-50 cm. The losses on the crown increase sharply with increasing voltage, the average annual losses on 500 kV transmission lines are about 12 kW / km, at a voltage of 750 kV – 37 kW / km, at 1150 kV – 80 kW / km. Losses also increase sharply with precipitation, especially frost, and can reach 1200 kW / km.

Losses in AC power lines. An important quantity affecting the efficiency of an AC transmission line is the value characterizing the ratio between the active and reactive powers in the line – $\cos \varphi$. Active power is part of the total power transmitted through the wires and transmitted to the load. Reactive power is the power that is generated by a line, its charging capacity (capacitance between the line and earth), and by the generator itself, and consumed by the reactive load (inductive load). The loss of active power in the line depends on the transmitted reactive power. The greater the flow of reactive power, the greater the loss of active power.

With the length of the AC transmission line more than several thousand kilometers, another type of loss is observed: radio emission. Since such a length is already comparable to the length of an electromagnetic wave of frequency 50 Hz.

Natural power and transmission capacity of transmission lines. The line has inductance and capacitance. The capacitive power is proportional to the square of the voltage, and does not depend on the power transmitted along the line. The inductive power of the line is proportional to the square of the current, and hence the line power. At a certain load, the inductive and capacitive power of the line becomes equal, and they compensate each other. The line becomes «ideal», consuming as much reactive power as it produces. This power is called the natural capacity. It is determined only by linear inductance and capacitance, and does not depend on the length of the line. By the amount of natural power, it is possible to roughly estimate the transmission capacity of the transmission line. When transmitting such power on the line, there is a minimum power loss, the mode of its operation is optimal. When splitting the phases, by decreasing the inductive resistance and increasing the capacitive conductance of the line, the natural power increases. As the distance between the wires increases, the natural power decreases, and vice versa. To increase the natural power it is necessary to reduce the distance between the wires. Cable lines having large capacitive conductivity and low inductance possess the greatest natural capacity.

Transmission capacity refers to the maximum active power of three phases of electricity transmission, which can be transmitted in a long-term steady state mode, taking into account the regime and technical constraints. The largest transmitted active power transmission capacity is limited by the static stability conditions of the generators of the power plants, the transmitting and receiving part of the electric power system, and the permissible capacity for heating the wires of the line with an allowable current. From the practice of the operation of electric power systems, it follows that the transmission capacity of 500 kV and above is usually determined by the static stability factor, for power transmissions of 220-330 kV, restrictions can occur both on the condition of stability and on permissible heating, 110 kV and below – only on heating.

Thus, the power transmission lines plays a great and important role in the energy distribution system. The reliability and profitability of their design have been checked during the whole century. The variety of power lines is reduced to the classification of two main types: air and cable. Both variants are used today everywhere, so do not separate one from another and give preference to one before another. Of course, the construction of overhead lines is associated with a large investment, as the laying of the route is the installation of supports from the metal structure, which have a complex design; this takes into account under what voltage and what network will be used by.

Bibliography

1. Магидин Ф.А. Электромонтажные работы. Воздушные линии электропередачи / под ред. А. Н. Трифонова. М.: Высш. шк., 1991. Кн. 8. Ч. 1. 208 с.

2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1987. 648 с.

3. ЛЭП – это проводная или кабельная линия передачи электроэнергии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://onlineelektrik.ru/doc173993431=eprovodka/> Дата обращения: 05.04.2018.

Л.С. Посыпайко

Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Инженеры современного мира конструируют сети передачи и распределения электроэнергии, что является завершающим этапом в поставке электроэнергии от системы передачи отдельным потребителям, и используют для этого такие компоненты транспортирования, как линии электропередач, кабели, автоматы защиты цепи, переключатели и трансформаторы. Рассмотрены линии электропередачи как важнейший элемент системы распределения энергии, представлена их классификация и конструкция.

Сведения об авторе: Посыпайко Лилия Сергеевна, ЭНБ-212, e-mail: lilyarosupaiko@mail.ru

УДК 629.113/.115+621.3

I.V. Filippov

Scientific advisor – N.V. Kolokolova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ELECTRICAL VEHICLES AND THEIR USAGE IN THE FAR EAST

The article is devoted to the electric vehicle which driven by one or more electric motors powered by an autonomous electric power source (batteries, fuel cells, etc.) rather than by an internal combustion engine (ICE). The electric car should be distinguished from cars with an internal combustion engine and electric transmission, as well as from trolleybuses and trams.

Key words: *electrical car, alternative fuel, internal combustion engine, electric transmission.*

Electric cars are becoming more common. In addition, there is a large number of self-made samples. You can also buy devices for converting a conventional car into an electric car.

Today, the leader in the production of electric vehicles is China. Interest in this kind of transport is fueled by their ecological cleanliness and low operating costs, and the rather high price of electric vehicles and the small mileage from one charge prevent the spread.

Curious, but the first electric vehicle appeared even before the internal combustion engine, in 1841. In Russia, such transport appeared only in 1899. The market of electric vehicles is very promising, but some myths interfere with their dissemination, which will be considered.

Today, manufacturers of modern lithium and ion batteries for electric vehicles give a guarantee for their products for 10 years, or even more. But during this time a quarter of the machines themselves will be on the landfill for various reasons, and half of the internal combustion engines will already undergo major overhaul. The high cost of a battery is really a fact. However, it is expected that with the increase in production, their price will fall. Some manufacturers also plan to provide batteries in general for rent.

Electric vehicles are safe, because any certified electric vehicle from a major manufacturer meets all the necessary requirements for passive safety. In addition, the internal architecture of the body of the electric vehicle enables its designers to increase the dimensions of the front crumple zone.

Many people think that the technology of electric vehicles is too complex for mass application and this is not true, in the electric motor of the main moving elements there are only 5, whereas in the gasoline or diesel analogue there will be hundreds. The owner of the electric car will not have to change the engine oil and filters, think about how high-quality gasoline poured and even brake linings here will serve three to five times longer.

There are many types of lithium-ion batteries, as well as lithium-cobalt batteries, which are used in consumer electronics. They can really ignite under certain conditions. However, everything is done to reduce risks. To do this, advanced control systems and battery design are used, thus avoiding heat leakage. Most of the batteries in cars are generally of other types (lithium-iron-phosphate and lithium-manganese), which have advantages in terms of safety and service life.

There are several important reasons for switching from gasoline to electricity. The fuel economy standards and government restrictions on greenhouse gas emissions are tightened, the growth of prices for petroleum products is forecasted in the conditions of growing demand for them. It is also important for the country to reduce its energy dependence, which is the task of national security. Yes, and changes in the climate make it more vigorous for governments to introduce programs for the transition to environmentally friendly modes of transport.

All the energy of the battery is spent on movement. The batteries in these cars work well only when driving at constant speeds or when traveling smoothly. Sharp starts lead to large energy expenditure, which forces manufacturers to create special starting systems on condensers. Also about 10% of energy is lost in the gearbox and transmission elements. Part of the electricity goes also to the heating of the cabin and to the power of other onboard power consumers.

As early as 1899, electric cars were able to overcome the 100 km / h limit, becoming the fastest on the planet. On October 4, 2010, the Venture Jamais Contente car with lithium-ion batteries on the salt lake in Utah set a new record for electric vehicles at a range of 1 kilometer. The indicator was 495 km / h, and even at speed of 505 km / h was reached during the race.

Advantages of electric vehicle:

1. Traction motors (TED) have an efficiency of up to 90–95%, compared with 22–42% for ICE.

2. Greater environmental friendliness, because there is no need to use petroleum fuels, anti-freezes, motor oils, and filters for these fluids; no harmful emissions at the location of the vehicle (emissions of hazardous substances continue to occur in the generation of electricity in power plants, unless alternative sources of energy are used, such as solar energy in the Tesla Motors Supercharger network).

3. The simplicity of the design (simplicity of the electric motor and transmission, no need to change gears due to the high adaptability of the TED torque to changes in the external load, low steady speed of the motor shaft, the possibility of its reversal) and control, high reliability and durability of the crew part (up to 20-25 years) in comparison with a conventional car.

4. ICE is the source of dynamic loads and torsional vibrations in the vehicle transmission and the source of vibrations transmitted by the vehicle's supporting structure on the TED electric vehicle is dynamically balanced.

5. Less noise due to fewer moving parts and mechanical gears.

6. High smooth running with a wide range of changes in engine speed.

7. The possibility of braking by the motor itself (electromagnetic brake mode) without the use of mechanical brakes – no friction and, accordingly, wear of the brakes.

8. A simple possibility to realize the full drive and braking by applying the «motor-wheel» scheme, which allows, among other things, to easily implement the rotation system of all four wheels, up to the position perpendicular to the body of the electric vehicle.

9. Reducing the drag of the car due to the lack of a radiator and other cooling systems. However, powerful electric vehicles still have a liquid cooling system and, accordingly, a radiator.

10. Simplicity of maintenance, a large service interval, the low cost of maintenance and maintenance 2.

11. Low fire and explosion hazard in the event of an accident.

12. Possibility of recharging from the household electrical network (sockets), but this method is 5-10 times longer than from a special high-voltage charger.

13. Ability to recharge batteries during regenerative braking.

14. The ability to recharge the batteries from the energy of the sun (both during driving and during a car's idle time).

15. The ability to recharge the batteries from the movements of shock absorbers on an uneven road.

16. Mass application of electric vehicles could help in solving the problem of «energy peak» by recharging the batteries at night.

Disadvantages:

1. Batteries for a century and a half of evolution have not reached the density of energy and cost, comparable to fuel, but this is enough to almost compete with cars on gasoline.

2. The problem is the production and disposal of batteries, which often contain toxic components (for example, lead or lithium) and acids.

3. Part of the energy of the batteries is spent on cooling or heating the car's interior, as well as powering other on-board energy consumers (for example, light or an air compressor). In winter, the range of the path is reduced by 3 times. Without heating, the batteries are much worse.

4. With the massive charging of electric vehicles from the household network, overloading of the last-mile electric grids increases, which is fraught with a decrease in the quality of power supply and the risk of local network failures.

5. Long battery charging time compared to refueling. However, unlike gas stations, the locations of the charging stations do not have such strict restrictions and can be located in more convenient places, for example, in parking lots near supermarkets, and can be more common than gas stations. Also in some electric vehicles, there is already the possibility of a quick, robotic replacement of batteries in just a few minutes («Supercharger»).

6. Small mileage of most electric vehicles on one charge. Lithium battery capacity of 24 kWh allows the electric car to travel about 160 km. Using an air conditioner, interior heater, electric vehicle loading by passengers or cargo, movement with frequent acceleration / braking and a speed of more than 90-100 km / h reduce the mileage to 80 km.

7. High cost of lithium batteries, or high weight of sufficiently capacious lead batteries.

8. For countries with a cold climate, the issue of heating the salon is very acute. For efficient heating of a medium-sized car, about 2-3 kW of heat is needed, while the capacity of a battery sold in Russia Mitsubishi i-MiEV is about 16 kWh, and the included furnace can significantly affect its power reserve. However, there are electric vehicles and with more capacious batteries, as in the case of the Tesla Model S, the included stove is enough for two days of continuous operation.

9. The electric charge of the battery gradually wanes, even if it is not used at all.

One of the electric vehicles that is used in Vladivostok is Nissan Leaf.

In the Russian «fleet», according to statistics on January 1, 2018, were registered 1,800 electric vehicles. At least about a third of them are exploited by residents of the Far East. At the same time electric cars in the country are represented by only a few models, and the leaders are the Japanese Nissan Leaf.

Over 60% of electric machines are accounted for by Nissan Leaf, which corresponds to 1,100 units. Used copies of such electric vehicles are imported from Japan, and, accordingly, most of them settle in the Far East, and the rest are sent to other regions of the country.

On the second place among electric cars Mitsubishi i-MiEV (283 pieces), which share makes 16%. About 15% of the fleet of electric cars in Russia is occupied by Tesla, represented by a sedan S (194 pieces) and a cross-over X (68 pieces).

Less than a hundred cars belong to the VAZ development – the electric car LADA Ellada (93 pieces). Other electric cars – Renault Twizy and BMW i3 – have even smaller indicators – 26 and 4 pieces respectively.

As experts of the analytical agency «Autostat» note, about a quarter of Russian electric vehicles are registered in the Primorsky Territory (415 units). They are slightly smaller in Moscow and Moscow region (404 units). Over one hundred electric cars were registered in Khabarovsk (163 units) and Krasnodar (125 units). The indicators of the remaining subjects of the Russian Federation are less than 100 units. According to the «Amurskaya Pravda», in 2017 more than 40 people became owners of transport operated from the outlet.

Nissan LEAF – electric car of Japanese concern Nissan, serially produced since the spring of 2010. The world premiere took place at the international Tokyo Motor Show in 2009. Orders for the model Japanese and American dealers of the company began to take place on April 1, 2010, the assembly of the first serial copies is made in Japan, and Nissan intends to expand the production of Leaf electric cars at the plants in the USA (2012), then in the UK and Portugal. Sales of Nissan Leaf in the United States began on December 11, 2010 and December 22, 2010 and are limited to shipments on a pre-made online reservation. In Europe, sales start in the first half of 2011.

According to the owners of these cars, I realized that in the Far East these cars currently have more minuses than pluses. Firstly, it's the climate, because of the severe winter climate, most of the batteries in these cars freeze and the car does not go anywhere. Then, the resource of these cars in the winter, with the heating of the passenger compartment switched on, is reduced by half. Still as a minus, people living not in the house, and in an apartment, allocate such problem, as recharging of the car. Because they have to excel in many ways, so that the car was fully charged in the morning. Well and on a last, these cars at present are intended only for a city, since they have enough battery power for about 100 km.

The advantages of the cars : their economy, dynamics and aesthetic pleasure.

I hope that in 20–30 years these cars will be in a great use all over the planet. Because despite of all the drawbacks now, which will eventually go away, these cars have great potential. This is an environmentally friendly car, and more efficiently than a car with ICE, and the important thing is that the oil supply ends and the sooner we “switch” to this type of fuel, the better, not only for nature but for the world's population too.

Список использованной литературы

1. <http://realityandmyths.com/electromobiles/>
2. Кашкаров А.П. Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог. М., 2018.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль>
4. Щетина В.А. Электромобиль. Техника и экономика. М., 1987.
5. <http://electrical-cars.net/interesting/electromobile-emobile-future-cars-body.html>
6. <http://electro-mobiles.ru/index.php/stati/108-elektromobili/252-elektromobil-nissan-leaf>
7. <https://ampravda.ru/2018/03/11/80615.html>
8. <https://www.drive2.ru/b/473699846889406834/>
9. <https://www.drom.ru/reviews/nissan/leaf/>

И.В. Филиппов

Научный руководитель – Н.В. Колоколова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЭЛЕКТРОАВТОМОБИЛИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Рассматривается электромобиль, который приводится в движение автономным источником электричества. Также рассматриваются отличия (преимущества и недостатки) электромобиля от электротранспорта (трамвая, троллейбуса).

Сведения об авторе: Филиппов Иван Витальевич, ЭТП-112, ivan_filipov98@mail.ru

V.P. Khaliman
Scientific advisor – T.N. Tsvetkova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ABSORPTION REFRIGERATION

Absorbing cooling systems as alternative to compression cooling, actively develop abroad. Environmental friendliness, low consumption of energy, simplicity of a design and a minimum of mobile parts – here of what such systems can brag.

The supply and demand of energy determine the course of global development in every sphere of human activity. Finding sufficient supplies of energy to satisfy the world's growing demand is one of society's foremost challenges. Sorption refrigeration, which is driven by the low grade heat and provides the air conditioning and refrigeration effect, is paid more and more attention as one of the energy efficiency and eco-friendly technologies.

Sorption technology includes absorption and adsorption technology. The main differences between two types of technologies are the sorbents. The absorbents generally are liquid such as LiBr and NH₃, and the adsorbents are granular or compact solids, such as silica gel, zeolite, and chlorides. Compared with the absorption technology, the adsorption technology has the advantages of the wide choices of adsorbents for the wide scopes of driven temperatures for different heat sources, which generally ranges from 50 to 400 °C. The feature of solid adsorbents also makes it more feasible under the conditions with serious vibration. It doesn't need the rectifying equipments, nor does it have the problems of crystallization that can easily occur in absorption systems.

Adsorption refrigeration has two working processes. The first process is adsorption and refrigeration. In this process the adsorption heat releases cooling water or air to the heat sink and the pressure inside the adsorber decreases to a level lower than the evaporating pressure. The refrigerant evaporates and is adsorbed by the adsorbent under the function of pressure difference, and the evaporation process provides the refrigeration output. The second process is desorption and condensation. In this process the endothermic process of desorption is driven by the low grade heat. The desorbed refrigerant vapor is cooled by the heat sink and condensed in the condenser.

The earliest record of the phenomena of adsorption refrigeration was that AgCl adsorbed NH₃, which was discovered by Faraday in 1848. After that several refrigerators were developed for storing food and air conditioning. In the 1930s, the compression refrigeration technology was accelerated by technology innovations such as the discovery of Freon, the manufacture of a fully closed compressor, the application of compound refrigerants, and so on, and adsorption refrigeration could not compete with the CFCs (chlorofluorocarbons) system because of its low efficiency.

Since the late twentieth century, more and more research concentrated on sustainable development and the technology of adsorption refrigeration began to develop. There were two reasons for the fast development of sorption technologies: one is the need to solve the problems of energy shortage. It takes about 7 million years to form petroleum and current supplies have almost been used up after more than 200years' of exploitation. The stock of coal is greater than petroleum, but it is also consumed quickly especially with increasing demand as people all over the world desire comfortable living standards. The recovery of the low grade heat is one of the main technologies that may overcome the increasing constraints related to energy utilization. Another reason is related to climate change caused by ozonosphere depletion. There is a common recognition by international academics that depletion of the ozonosphere is caused by CFCs, which are found in refrigerators, air conditioners, and heat pumps. The green refrigerants, which are common in sorption technologies, are now being focused on as a replacement for traditional compression refrigeration technology.

The main technologies on adsorption refrigeration which are being researched by academics are mainly advanced adsorbents, advanced cycles, and advanced design for refrigeration systems.

Absorption systems use heat energy to produce refrigeration as well as heating if it is required. Water is the refrigerant and aqueous lithium bromide (LiBr) is widely used as the carrier to absorb the refrigerant and provide a higher coefficient of performance.

The mixture of water and anhydrous LiBr is called solution. The composition of a solution is usually expressed by its mass fraction, or percentage of LiBr, often called concentration. When the water vapor has boiled off from the solution, it is called concentration solution. If the solution has absorbed the water vapor, it is called diluted solution.

Absorption systems can be divided into the following categories:

- Absorption chillers use heat energy to produce refrigeration.
- Absorption chiller/heaters use direct-fired heat input to provide cooling or heating separately.
- Absorption heat pumps extract heat energy from the evaporator, add to the heat input, and release them both to the hot water for heating.
- Absorption heat transformers raise the temperature of the waste heat source to a required level.

Most recently installed absorption chillers use direct-fired natural gas as the heat source in many locations in the United States where there are high electric demand and electric rate at on-peak hours. Absorption chillers also are free from CFC and HCFC.

Absorption heat pumps have only limited applications in district heating. Most absorption heat transformers need industrial waste heat.

Absorbing cooling also takes not the last place in the list of suitable technologies for introduction of alternative energy sources.

Under the dual pressure of the energy crisis and environmental pollution, as an inexhaustible and pollution free natural energy, solar energy is considered to be the most promising energy source after the twenty-first century, and it has attracted great attention worldwide. Nowadays, the development and utilization of solar energy have become the hot topics in the field of energy research, for instance, solar thermal utilization has been considered to be an essential technology for saving the energy used in buildings in Energy Conservation Policies for Buildings (1996–2010) made public by the Ministry of Construction in China. In general civilian buildings, air conditioning accounts for more than half of the total energy consumption. With the development of economic and living standards, the energy consumption on air conditioning keeps increasing every year, and it brings enormous pressure on energy, electricity, and the environment. In 1978, Dr D.I. Tchernev built the first intermittent solar adsorption refrigeration devices using zeolite-water. Since then, solar adsorption refrigeration has become an important branch of energy saving technology, and it has gradually become a major research topic. Compared with other cooling systems, solar adsorption refrigeration system has the following characteristics:

1. The structure of the system is simple and the operation of the system is easy, and there are no solution pumps or rectifying devices required. Therefore, the running costs of the system are low. There are also no refrigerant contamination, crystallization, and corrosion problems. For a basic adsorption ice-making cycle driven by solar energy there are no moving parts or power consumption.

2. Different adsorption working pairs can be chosen for different heating and evaporation temperatures. For instance, a solar adsorption air-conditioning system with a silica gel-water working pair can be driven by the hot water of 65–85 °C for producing the chilling water at 7–20 °C. A solar adsorption ice maker with activated carbon-methanol working pair can be directly driven by solar radiation on the solar collectors.

3. The requirement of the cooling power of the system for air conditioning can match solar radiation. The stronger the solar radiation is, the hotter the weather is, and the greater the required cooling load is, consequently the larger the cooling power of the system.

4. Compared with the absorption and compression refrigeration systems, the cooling power of adsorption systems is relatively small. Because of the critical heat and mass transfer performance, if the cooling capacity increases, the mass of the adsorbent and heat exchanger will increase, and consequently the initial investment will increase. The machine will be large. In addition, due to the low energy density of solar radiation on the ground, a relatively large collector area to collect a certain amount of heating power is required. Because of the reasons above, it is difficult to develop the successful solar ice makers, refrigerators, or air conditioners.

5. Because of that the solar energy depends on the seasons and is provided periodically and intermittently, the solar driven adsorption refrigeration system usually needs an auxiliary thermal source when it is applied as an air conditioning or cold storage system.

Since the 1970s, much research in the world started to study the solar driven adsorption refrigeration systems. Adsorption refrigeration systems have been commercialized, firstly in the United States and Japan. In China, researchers in Beijing, Shanghai, Tianjin, Zhejiang, Hubei, Henan, and other provinces have started theoretical and experimental research on the solar adsorption refrigeration technology since the 1970s. Now there are different solar adsorption refrigeration systems with different structures. They can be classified by the application of the system, the working pair, and the adsorption refrigeration cycles. Some classifications are shown in table.

The classifications of solar driven adsorption refrigeration system

Classifications	System	Characteristics
Application	Ice maker	For freezing condition, it uses basic adsorption refrigeration cycle and has simple structure
	Chiller/air conditioner	Supply the chilling water with the temperature of 7–20 °C, and the cycle is continuous
	Cold storage system	To store the food and other products in low temperature
	Dehumidification air conditioner	Dehumidifying the air by adsorption or used for an air conditioner with evaporative cooling technology
Cycles Adsorption chiller	Intermittent cycle	Desorption at daytime, and adsorption at night time. The refrigeration output is intermittent
	Continuous cycle	Use two or more adsorbents that operated alternately for the continuous refrigeration output, and the performance can be improved by the heat and mass recovery process
Adsorption working pair	Active carbon-methanol	Suitable for the ice maker
	Activated carbon-ammonia	Suitable for the ice maker that operated under positive pressure
	Strontium chloride-ammonia	Good performance for ice making condition, but the price for adsorbent is a little bit high
	Silica gel-water	Suitable for the solar air conditioner driven by the low temperature heat source
	Molecular sieve-water	Suitable for the condition with high desorption temperature

Economy of energy is very important for all mankind. Rational use of energy resources and use of eco-friendly technologies promotes improvement of the standard of living. Absorbing refrigeration units meet all requirements of environmental friendliness and energy efficiency that does them very attractive to application in averages and small refrigeration units and air conditioning systems.

Bibliography

1. Thomas T.S. Wan «Engineered industrial refrigeration systems application». China: p.h. BY-NC. 2008. 389 p.
2. Ruzhu W., Liwei W., Jingyi W. «Adsorption Refrigeration Technology: Theory and Application». Singapore: p.Wiley. 2014. 494 p.
3. Frank K. «Mechanical engineering handbook». USA.: p. CRC Press LLC-1999. 2466 p.
4. Rex Miller, Mark R.Miller «Air Conditioning and Refrigeration», p.h. McGraw-Hill. 2006. 626 p.
5. SPX Corporation «Evaporator Handbook». USA: SPX Corporation-2008. 70 p.

В.П. Халиман

Научный руководитель – Т.Н. Цветкова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

АБСОРБЦИОННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Абсорбционные системы охлаждения как альтернатива компрессионному охлаждению активно развиваются за границей. Экологичные, энергоэффективные, простые конструктивно и с минимальным количеством подвижных частей – вот, чем такие системы могут гордиться. Изучив литературу на иностранном языке, были сформулированы описания таких устройств.

Сведения об авторе: Халиман Владимир Павлович, ХТб-412, e-mail: caplan_93@mail.ru

УДК 621.31+637+621.38

P.I. Chubova

Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

POWER ELECTRICITY METERS

The electricity market is a set of systems, devices, communication channels, algorithms, etc. for monitoring and control parameters of energy consumption. The purpose of the paper is to consider power electricity meters and the principle of their operation.

The electricity market is a set of systems, devices, communication channels, algorithms, etc. for monitoring and control parameters of energy consumption. Electric utilities measure power using an electricity meter, which keeps a running total of the electric energy delivered to a customer. Electric power consumption is necessary to account when electric charges move through an electric potential (voltage) difference, which occurs in electrical components in electric circuits. Electric power is usually sold by the kilowatt-hour (3.6 MJ) which is the product of power in kilowatts multiplied by running time in hours. The measuring complex of means of the electric power metering – devices set of one accession intended for measurement and the electric power metering current transformers, voltage transformers, counters of electric energy, communication lines. The paper considers power electricity meters and the principle of their operation.

Electricity meters are required to register the energy consumed within an acceptable degree of accuracy. Any significant error in the registered energy can represent a loss to the electricity supplier, or the consumer being over billed. Electrical power provides a low entropy form of energy and can be carried long distances and converted into other forms of energy such as motion, light or heat with high energy efficiency.

Development of the electricity market based on the economic management method required the creation of full-scale hierarchical systems: automated systems for measuring electricity (AMR), consumption accounting and the sale of electricity (ACASE), dispatching control (ADC), control and energy consumption accounting (ACEC). The basic feature of the economic method of management is the consideration of energy consumption as the main link of the electricity market. It is represented the aggregate of the actual technological process (production, transmission, distribution and consumption of electricity), accounting and financial process energy consumption, as well as political-economic (reflecting the current policy in the field of energy use).

Power electricity meter is a device for measuring electricity consumption of alternating or direct current. The electric energy counter is a combination of a power meter (wattmeter) with a counting mechanism. In electricity meters, the analog signals of the current and voltage sensors are converted into digital values, based on which the power, the consumed energy and a number of other parameters are calculated. All data is stored in the non-volatile memory of the counters. There are single-phase and three-phase meters. Single-phase meters are used to account for electricity from consumers whose power is provided by single-phase current (mainly household). Three phase meters are used to account for three-phase current.

By the method of inclusion, the Power electricity meter can be divided into 3 groups:

- Direct start-up counters (directly connected) are connected to the network without measuring transformers. Such meters are produced for 0.4 / 0.23 kV networks for currents up to 100 A.
- Counters of semi-indirect switching, with their current windings are switched on via current transformers. The voltage windings are connected directly to the mains. Scope of application – networks up to 1 kV.
- Indirect counters are connected to the network via current transformers and voltage transformers. Scope – networks above 1 kV.

Power electricity meters are classified as induction, electronic and hybrid.

1. Induction (mechanical) electricity meters – the most inexpensive, high quality and simple. This type has some disadvantages: the absence of remote automatic reading, one-rate, accounting errors. The induction counter has two coils: current, connected in series and voltage connected in parallel. Two coils form an electromagnetic flow. With a current coil, it is proportional to the current strength, the voltage coil to the mains voltage. The electromagnetic field rotates the aluminum disk, connected with the counting mechanism by means of a gear and worm gear and drives it. The higher the power consumption, the faster the disk rotates along the axis.

2. Digital (electronic) electricity meters – more expensive than induction, but much more convenient for users, more durable and more accurate in calculating the consumed electricity. Electronic electricity meters are analogue signals converters into pulse repetition rates, after calculating which the amount of transmitted electricity becomes visible.

3. Hybrid electricity meters are a rarely used option with a digital interface, a measuring part of an induction or electronic type, a mechanical computing device.

Power electricity meters are also divided into one-tariff and multi-tariff. One-tariffs are designed to account for active electrical energy in two-wire AC networks. They are also used to transmit informative data along the communication lines to the dispatch center of the information-measuring system for recording electricity consumption. Multi-tariffs allow multi-tariff accounting of active energy in two-wire AC networks. They can work autonomously, or be part of any automated accounting systems, including with consumption control in accordance with the amount of prepaid electricity.

The meters are designed to account for the consumed active energy in single-phase alternating current networks 0.4 kV with a frequency of 50/60 Hz and are used for work with end-users who make individual calculations with the electricity supplier.

Counters have advanced functionality and allow to:

1. the consumer:

- Control consumption of electricity in view of the developed structure of tariffs

- Monitor the state of mutual settlements with the electricity supplier. At the same time, the counters support any mode of operation – with both prepayment and credit. The mode of work with a prepayment does not require the installation of special cards in the counter, since all the information necessary for calculations comes through communication channels

- Get information about the emergency status of your network

2. power companies:

- Accumulate consumption data using remote access to meters via communication channels

- Monitor and synchronize counters. Monitor the status of the consumption network and the data network

- Implement an effective consumption management policy based on customer compliance with the terms of the contract.

Constructively the meter consists of the case (the base of the case, the cover of the case, the clamp cover), contact pad with current sensor (shunt), chip – signal amplifier, power supply, microcontroller (МК), nonvolatile memory, backup power element, Interface driver chip, elements of optocouplers, pushers of the display control buttons on the meter body and LCD display.

The signals from the current sensor are input to the chip – the signal amplifier; signals from the voltage sensor are fed to the analog input of the microcontroller. The microcontroller processes analog signals from the voltage sensor and the signal amplifier chip, processes the received signals and sends the result to an LCD display for display. MC manages all counter nodes and implements measurement algorithms in accordance with a specialized program placed in the internal program memory.

Power electricity meters must be sealed when released from production, after repair and in case of violation of the integrity of the seal. Power electricity meters are subject to state metrological control and supervision. With the production of meters from production and repair, a primary verification is carried out. Each copy of counters is subject to initial verification. Calibration interval – 16 years. Counters that are in operation or stored at the end of the calibration interval shall perform periodic verification. Extraordinary verification is carried out in the following cases: damage to the sign of the verification stamp (seals) and in case of loss of the passport, commissioning of the meter after long-term storage, re-alignment or adjustment, the sale (sending) to the consumer of the counter, not realized after the expiration of a period equal to half of the calibration interval.

Thus, metering of both electric and any other energy, requires precision, efficiency and a certain degree of automation, which creates ease of using energy. A potentially powerful means to reduce household energy consumption is to provide convenient real-time feedback to users so they can change their energy using behavior.

Bibliography

1. Корякин-Черняк С.Л. Краткий справочник домашнего электрика. СПб.: Наука и техника, 2006. 272 с.
2. Пестриков В.М. Домашний электрик и не только. М.: Изд-во «НиТ», 2005. 233 с.
3. Москаленко В.В. Справочник электромонтера. М.: Академия, 2007. 288 с.

П.И. Чубова
Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКИ

Рынок электроэнергии – это комплекс систем, устройств, каналов связи, алгоритмов и т.д. для мониторинга и учета параметров энергопотребления. Данная работа представляет классификацию и принцип работы электросчетчиков.

Сведение об авторе: Чубова Полина Игоревна, Энп-212, e-mail: polinka-9899@mail.ru

УДК 621.548

D.V. Shepelev
Scientific adviser – L.A. Chizhikova, associate professor
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

WIND POWER AS AN ENERGY SOURCE (You do not need to pay for the light)

The traditional energy industry unable to cope with increasing demands for energy consumption. The article is devoted to the world development of wind energy, as an alternative energy source; it describes the main types of wind turbines and the designs of modern wind power plants.

It has long been known the time when oil and gas reserves will cease, which means the end of the traditional energy industry. This article describes the wind power as one of an energy sources. Wind energy is an energy industry that specializes in converting the kinetic energy of air masses into the atmosphere into electrical, mechanical, thermal or any other form of energy. The reserves of this energy are inexhaustible, since the wind arises from the action of the sun, and the level of harmful emissions is practically zero.

With each new day, the costs of using electricity are growing more and more. There is the question before humanity how to compensate such expenses. Even if we do not touch upon the energy crisis, traditional raw materials such as oil, coal, gas, eventually will be exhausted, and the task will be to develop new clean renewable energy sources. Among them, the sun and the wind are truly inexhaustible. A powerful impetus to the development of alternative energy caused a global energy crisis in the mid-1970s.

According to the World Wind Energy Council, the total installed capacity of wind power plants (VEU) by the beginning of 2015 had already amounted to 369 GW. According to a statistical survey of World Energy 2013 BP, the world's electric power industry was 521.3 billion kilowatt hours, which corresponds to 2.3% of the world's electricity production. A significant part of this energy is generated by wind farms. However, if in the 1980s and 1980s the wind industry was unprofitable, at present time the world wind energy generates wind. The wind in the surface layer of the atmosphere arises from the uneven heating of the earth's surface by the sun: water basins, mountains, forests, steppes, marshes and deserts are not heated the same. Pressure difference is due to the difference of the density of cold and warm air. It causes the circulation of huge air masses, that is, the wind. The difference of air density also arises from the shadow (with variable cloudiness, the change of day and night). In the troposphere (at an altitude of 8-12 km from the surface of the Earth), powerful air currents are formed, called jet streams. The characteristics of jet and surface air currents are essentially different. In the range of jet streams, reach 400-600 km, and their extent – up to 1000 km. The air velocity in the core of the jet stream is 30-80 km / h, but often reaches 200 km / h. The energy potential of the wind on Earth is very large and amounts to 170 trillion kWh per year, according to the estimates of the World Meteorological Organization. This makes it possi-

ble for wind power plants to produce 1.18-1013 kWh per year, which is many times greater than the amount of energy consumed in the world. Wind turbines usually use wind in the surface layer of the atmosphere at a height of 50–70 (less than 100 m) from the surface of the earth [1].

The most important energy characteristic of the wind is its speed. Due to a number of factors, the speed and direction of the wind depend on random law.

The other important characteristic of the wind is its vertical profile, ie, the nature of the change in wind speed in the surface layer of the atmosphere. The kinetic energy of the wind is proportional to the cube of its velocity. Specific wind power with a cross-section of 1 m² at $t = 150\text{ C}$ and $p = 101.3\text{ kPa}$. The kinetic energy of the airflow with the help of a wind wheel or a wind turbine is converted into mechanical energy. The latter cannot be converted into electrical, thermal, mechanical energy or compressed gas by means of an actuator (generator, compressor, electrolytic cell, etc.).

Blocks of wind energy are divided into 3 groups: up to 5 kW for heating the premises, supplying pumps, etc.; 5–100 kW (as a drive for various devices, including generators); more than 100 kW (for parallel operation with non-wind power plants).

Wind turbines with a vertical axis of rotation (carousel, rotor, and drum) and with a horizontal axis of rotation (winged) were proposed. The efficiency of the wind turbines of the wing is much higher than that of wind turbines with a vertical axis and reaches 50%. Currently, most countries use winged wind turbines. The main working element of the bladed wind turbine is a wind wheel with blades located along the radii and at some angle to the plane of rotation. The number of blades can be different (usually 2–3). The moment of rotation on the wind wheel appears due to the lift force that arises from the difference in pressure under and above the wing. The speed of rotation of the wheel is maximum when the blades are perpendicular to the flow of air.

Therefore, devices for automatic rotation of the rotation axis are used in wing wind farms: on powerful wind power stations, electronic yaw control system and at small stations – the stabilizer wing [2].

New technological ideas are applied in modern wind farms,; a system of dynamic changes in the angle of attack, a system for dynamically adjusting the speed of rotation of the wind wheel; system for the operational control of the magnetic slip of an asynchronous generator. The wind farm began to operate, which uses a multi-pole rotor on permanent magnets and a high voltage generator with a stator with windings from the cable. The alternating low-frequency current is rectified, and then converted to alternating current of the network frequency. The generator is low-speed and does not need a reducer. The operation of the wind farm is controlled by the on-board computer. If there are sudden voltage surges with strong gusts of wind, they go out with special electronic systems. Wind turbines are off at a wind speed of 25 m / s using a two-level braking system. In the off state, they withstand wind squalls of up to 50 m / s. They are serviced by a wind farm every six months (service life is 20 years). An effective wind diesel system, i.e., a working wind farm in combination with a diesel engine. A computerized device allows turning off the diesel after two seconds and then turning it on again. At the same time, up to 67% of diesel fuel is stored [3].

Germany plans by 2020 to produce 19.6% of electricity from renewable energy sources, mainly because of winds. Denmark plans by 2020 to provide 50% of the country's electricity needs through wind energy. According to the plans of the European Union, the total amount of electricity produced by wind turbines will be 494.7 TWh. China adopted the National Development Plan. It is planned that China's installed capacity should grow to 30,000 MW by 2020. France plans to build wind farms by 25,000 MW by 2020, of which 6,000 MW are at sea [4].

The wind has a major drawback – its instability. To reduce the dependence on the volatility of the wind, flywheels are used, partially smoothing the squalls of the wind and various batteries, most often electric. Air is also used (the wind turbine supplies air to the cylinder when the air jet leaves the turbine, rotates by means of an electric generator) and hydraulic accumulators (the windmill raises water to a certain height, falls, water rotates the turbine).

To compensate for wind instability, wind power stations (stations) are built. Wind turbines are placed in rows in a large area. The diameter of the wheels can reach several tens of meters, and wind installations should not be blocked. Modern wind turbines operate efficiently at a wind speed of 6–10 m / s. Wind turbines are installed on masts a few tens of meters high (up to 100 m) to lift the atmosphere above the surface of the inertial layer.

Wind farms work effectively only in areas with stable winds, for example, on mountain passes and seashores. Unfortunately, wind power plants have a number of disadvantages. They are very noisy; they create intense infrasound, making people feel uncomfortable and depressed. Infrasound also adversely affects animals and birds. With a wide application of wind turbines, the thermal balance of the earth's surface is disturbed. It can change the wind growth in neighboring industrial areas and increase air pollution. Wind farms impede the flight of birds and insects; reflect radio waves with rotating blades, which complicates the navigation equipment of aircraft and the reception of a television signal. Capital costs and operating costs for wind turbines are significant.

Wind farms occupy a much larger area than hydropower plants, thermal power plants or nuclear power plants of the same capacity. In the West, a number of problems associated with the operation of wind farms were resolved in the mid-1990s. Improving the profile of the blades and choosing the number of revolutions of the wind wheel made it possible to reduce noise and vibration. Protection of birds is provided by protecting the windshield with a mesh sheath. Repeaters were built to improve the reception of the television signal near the wind farm. Unlike fossil fuels, wind is a renewable source of energy. Capital costs for the construction of wind farms are much less than for the construction of thermal, nuclear or hydroelectric power stations. Wind power plants do not pollute the air like thermal power plants; they do not provide 66 radioactive wastes, such as nuclear power plants.

Thus, wind energy is related to the perspective sectors of alternative energy. Wind energy reserves are more than hundreds of times higher than the reserves of hydropower of all the rivers of the planet. The power of high-altitude winds (at an altitude of 7–14 km) is approximately 10–15 times higher than that of surface winds. Such flows have a constant, almost unchanged throughout the year and can be located even in densely populated areas (for example, in cities), without compromising economic activity.

Bibliography

1. Гавриленко В.В. Выбор проектных параметров ветроколеса ветроэнергетической установки: монография. Омск: ОмГТУ, 2005. 128 с.
2. Галкин М.П., Горин А.Н. Выбор функциональных схем автономных ВЭУ малой мощности // Энергетическое строительство. 1995. № 3. С. 43.
3. Энергетическая стратегия России, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009, № 1715-р – корректировка от 2013 г. на период до 2030 года (с пролонгацией до 2035 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energystrategy.ru/> Дата обращения: 21.03.2018.
4. Федоренко В.Ф., Ерохин М.Н., Балабанов В.И. и др. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. М.: Росинформатех, 2011. 312 с.

Д.В. Шепелев

Научный руководитель – Л.А. Чижикова, доцент
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Традиционная энергетика не справляется с растущим спросом на энергоресурсы. Рассмотрено развитие ветроэнергетики как альтернативного источника энергии, описаны основные типы ветрогенераторов и конструкции современных ветроэнергетических установок.

Сведения об авторе: Шепелев Дмитрий Васильевич, Энп-212, e-mail: Desteerone@gmail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. СУДОВОЖДЕНИЕ	3
<i>Батраев Р.В., Годун А.Р.</i> Загрязнение морской среды с судов.....	3
<i>Дей А.С., Снегур А.Е.</i> Анализ аварийности морских судов за 2016-2017 гг.....	6
<i>Дей А.С., Снегур А.Е.</i> Перевозка опасных грузов морем	9
<i>Домаренко Т.А., Резниченко Э.М.</i> Перевозка скоропортящихся грузов.....	11
<i>Ефремова А.Е.</i> Перспективы развития прибрежного рыболовства.....	14
<i>Леоненко М.К.</i> Повышение уровня безопасности мореплавания при помощи региональной системы управления движением судов залива Петра Великого.....	17
<i>Пестриков И.А.</i> Роль личности и вклад адмирала Ф.Ф. Ушакова в морской флот России	19
<i>Польнов С.А., Кунёв К.В.</i> Повышение помехоустойчивости гидроакустических рыбопоисковых приборов	24
<i>Понкратов А.В.</i> Влияние тропических циклонов на погодные условия в морях Дальневосточного бассейна	27
<i>Федосеенко А.Э., Данилова Ю.А.</i> Аварии на судах	31
<i>Цурцев Е.Ю.</i> Исследование аварийности спасательных шлюпок	34
Секция 2. СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	37
<i>Арсланов А.Р.</i> Влияние нагрузки на температуру поршня судового дизеля. Теплоотдача при циркуляционном масляном охлаждении поршней	37
<i>Караленя В.В.</i> Лабораторная установка для получения многокомпонентных топливных смесей под совместным воздействием нескольких физических полей в различных вариациях.....	40
<i>Перелыгин Т.Ю.</i> Теплоотдача от стенок гильзы и крышки цилиндра к охлаждающей воде	43
Секция 3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	48
<i>Барыльский М.Ю.</i> Измеритель температуры морской воды для поиска сайры.....	48
<i>Гаврильченко И.А.</i> Защита человека от поражения электрическим током	51
<i>Журавлёв И.О.</i> Вращающиеся электрические машины	55
<i>Перелыгин Т.Ю.</i> Частотные фильтры нового поколения на основе диоксида ванадия	58
<i>Политов Т.В.</i> Определение мест повреждения ЛЭП с применением современных технологий	61
<i>Примак Н.Е.</i> Матричный преобразователь частоты для электропривода асинхронных двигателей.....	66
Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ	69
<i>Дудко Д.А.</i> Система управления грузовыми перевозками и терминальной обработки грузов SOFTCARGO	69
<i>Кащеев А.В.</i> Транспортные терминалы и терминальные технологии транспортировки.....	75

<i>Конева М.Р.</i> Организация работы терминала транспортно-экспедиторской компании.....	79
<i>Никишова А.Д.</i> Системы слежения GPS, ГЛОНАСС, отслеживания и мониторинга автотранспорта, автомобилей	85
<i>Овсянникова К.А.</i> Транспортировка как ключевая инновационная логическая функция в логистике предприятия	89
<i>Серета М.А.</i> Перспективы управления промыслом водных биологических ресурсов в Дальневосточном бассейне	94
<i>Тарасенко М.А.</i> Организация терминальной перевозки. Тальманское обслуживание	97
Секция 5. ИНЖЕНЕРНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	102
<i>Воробьева А.А., Шатко К.С., Андрюхина П.А.</i> Инструменты, материалы и приемы черчения – вчера и сегодня	102
<i>Исаев Г.А.</i> Различия между российским и зарубежным методами оформления чертежей.....	106
<i>Кузнецов Э.А., Яц М.Ю., Те Ре Мен, Ким Ир Чхор.</i> Трудности, возникающие у иностранцев при изучении начертательной геометрии	109
<i>Купреев Д.Ф., Кабанов Н.А.</i> Способы преобразования чертежа при решении метрических задач.....	111
<i>Ли А.В.</i> Сравнение инновационных методов формирования корпуса. Композитные материалы	115
<i>Перельгин Т.Ю.</i> Использование САПР при подготовке специалистов среднего звена.....	120
<i>Плоткин А.М.</i> Сложные деформации.....	123
<i>Стрелец В.Е.</i> Деформация деталей в судомеханической области	125
<i>Ульянов Ю.П., Черных А.А., Гнипель М.Р.</i> Компас-3D как вспомогательное приложение для построения судостроительных чертежей.....	127
Секция 6. ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	131
<i>Ананченко Д.В.</i> Магнетрон. Устройство. Принцип действия и применение.....	131
<i>Заякин В.В.</i> Изучение эффекта Холла в полупроводниках	134
<i>Есенкин И.С.</i> Электрические методы неразрушаемого контроля.....	139
<i>Кабанов Н.А.</i> Устройство электродвигателя. История создания электрических машин	142
<i>Ковтун А.С.</i> Гироскоп и его применение в технике	145
<i>Марочкина К.И.</i> Оптические методы неразрушающего контроля	149
<i>Решенок И.С.</i> Гравитационные волны и нобелевские лауреаты	152
<i>Сапронов Г.Г.</i> Современная сепарация топлива на судах	154
<i>Степанов Н.А.</i> Исследование магнитного поля соленоида	159
<i>Тимченко М.С.</i> Применение лазеров в технологических процессах	164
<i>Холостов Д.А.</i> Пример использования мультимедийной техники в обучении физики	169
<i>Храмцова О.И.</i> Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.....	172
Секция 7. ЯЗЫК ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ	177
<i>Anishchenko A.E.</i> Electrical circuits of alternating current.....	177
<i>Arhireev N.K.</i> Thermonuclear fusion as a prospective energy source.....	181
<i>Vasilieva O.R.</i> Electrical machines.....	184

<i>Gagarinskiy Y.V.</i> Thermoacoustic refrigeration	187
<i>Galiev D.S.</i> Power transformer maintenance.....	189
<i>Gusarenko A.F.</i> Peculiarities of nuclear energy	193
<i>Gusev A.V.</i> Geothermal energy.....	197
<i>Kovtun A.D.</i> Refrigerators in medical use	200
<i>Posypayko L.S.</i> Power transmission lines.....	202
<i>Filippov I.V.</i> Electrical vehicles and their usage in the Far East	207
<i>Khaliman V.P.</i> Absorption refrigeration.....	211
<i>Chubova P.I.</i> Power electricity meters	214
<i>Shepelev D.V.</i> Wind power as an energy source (You do not need to pay for the light)	217

Научное издание

МОРЕХОДЫ – РАЗВИТИЮ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

**Материалы X Международной студенческой
научно-технической конференции**

(Владивосток, 18–20 апреля 2018 года)

Технический редактор И.Н. Горланова
Макет О.В. Нечипорук

ISBN 978-5-88871-716-5



9 785888 717165

Подписано в печать 29.06.2018. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 26,04. Уч.-изд. л. 23,96. Заказ 0699. Тираж 36 экз.

Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс
Дальневосточного государственного технического
рыбохозяйственного университета
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 27