



ЛЕДОКОЛЫ РОССИИ

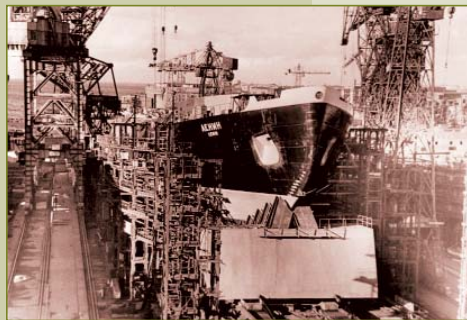
АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛ

"ЛЕНИН"

Виктор Сергеевич Шитарёв,
капитан дальнего плавания

Закладка АЛ "Ленин" и последующее его строительство

Сегодня минуло уже 58 лет с тех пор, когда 24 сентября 1956 г. легла на стапель Адмиралтейского завода первая корпусная секция первого в мире атомного (атомохода) ледокола (АЛ) "Ленин". А уже в декабре 1959 г. он приступил к выполнению своих прямых обязанностей - проводке транспортных судов в морях Советской Арктики. АЛ появился не случайно - бурное развитие народного хозяйства в северных районах Советского Союза потребовало создания мощного ледокольного флота, способного осуществлять ускоренную проводку караванов транспортных судов по трассе Северного морского пути (СЕВ-МОРПУТЬ), продлить период навигации и расширить трассу благодаря использованию более высоких широт. В отличие от своих современников, работавших на обычном топливе и обладавших незначительной автономностью по запасам топлива, атомоход в полной мере удовлетворял всем требованиям, которые предъявлялись к полярным ледоколам. Атомоход, обладающий энергетической установкой (ЭУ) большой мощностью и, практически, неограниченным районом плавания, ознаменовал своим появлением эпоху применения новейшей техники в решении поставленных задач.



АЛ "Ленин" - первое в мире судно торгового флота с атомной энергетической установкой (АЭУ). Его создание стало возможным лишь благодаря грандиозным успехам отечественной науки и техники, поставленным на службу человечеству в мирных целях. В создании атомохода принимали участие судостроители и машиностроители, физики и медики, моряки и электротехники, - большой контингент советских учёных, инженеров и конструкторов, техников, рабочих и эксплуатационников. Сотни заводов, фабрик и других промышленных предприятий Советского Союза создавали и поставляли оборудование для атомохода. Первый год работы атомохода "Ленин" в суровых условиях Арктики полностью подтвердил его отличные ходовые качества, что является лучшим доказательством того, что строители атомохода успешно справились с ответственным заданием Правительства Советского Союза.

Первая арктическая навигация АЛ "Ленин" завершилась полным успехом, так была открыта новая страница в истории освоения Арктики, положившая начало широкого применения атомной энергии на морском транспорте. В проектировании и строительстве АЛ принимали участие десятки научно-исследовательских институтов, конструкторских организаций и свыше пятисот предприятий всей страны. Правительство Советского Союза высоко оценило работу создателей атомохода. В приветствии ЦК КПСС и Совмина СССР учёным, конструкторам, инженерам, техникам, рабочим, морякам и всем коллективам, участвовавшим в создании АЛ "Ленин", говорилось: *"Трудящиеся Советского Союза одержали новую крупную победу в деле использования атомной энергии в мирных целях, создав первый в Мире атомный ледокол. Ледокол "Ленин" намного превосходит по своей мощности и возможности длительного плавания все существующие ледоколы. Создание атомного ледокола открывает новые возможности в освоении богатств Советской Арктики и дальнейшего развития народного хозяйства северных районов нашей страны"*.

Надо отметить, что атомный богатырь создавался не на "пустом месте". Ко времени постройки атомохода "Ленин" уже имелся значительный опыт проектирования и постройки ледоколов. В течение последних лет отработывалась оптимальная форма носовой оконечности корпуса ледокола, которая в основном определяет ледокольные качества судна. Различные формы носовой оконечности испытывались в ледовом опытовом бассейне и в натурных условиях. Большое внимание уделялось конструкции корпуса, подвергающегося воздействию необычно больших давлений при ломке льда особенно в носовой и кормовой оконечностях корпуса. Был сделан анализ прочности бортового набора корпуса и ледового пояса наружной обшивки плавающих и спроектированных ледоколов отечественной и иностранной постройки. Были изучены и проверены в эксплуатации специальные устройства и системы. В процессе проектирования и постройки ледокола советскими учёными, конструкторами и работниками судостроительной промышленности были решены многие сложные технические вопросы и проблемы. Вот основные из них:

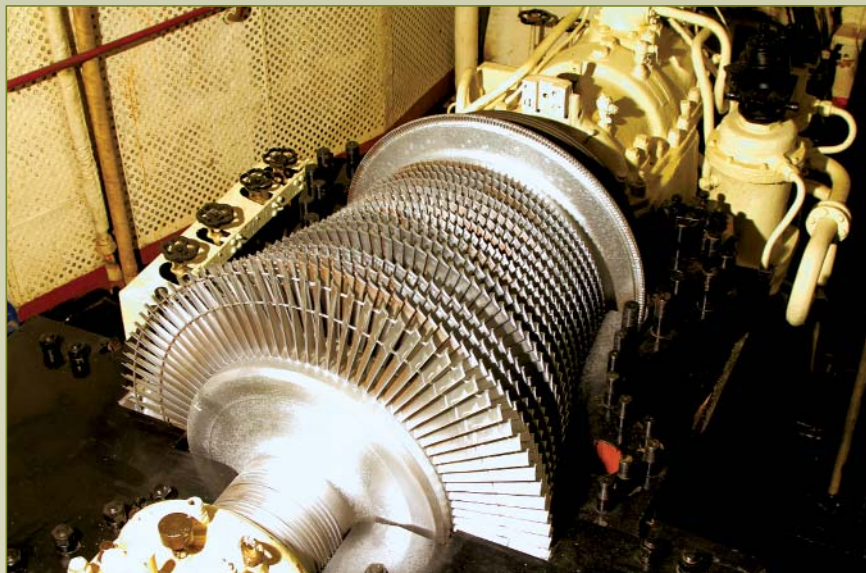
1. Создание АЭУ большой мощности, включающей атомные парогенераторы и турбогенераторы с хорошей управляемостью и живучестью в тяжёлых условиях качки, вибраций и ударных нагрузок, с обеспечением радиационной безопасности.
2. Постройка целиком сварного корпуса ледокола, обладающего хорошими ледокольными качествами, высокой прочностью и повышенной непотопляемостью.
3. Создание ряда автоматических систем, обеспечивающих процессы управления, регулирования и контроля взаимосвязанных элементов энергетической установки судна.

4. Создание комплекса жилых и служебных помещений совместно с обслуживающими их системами, обеспечивающего максимальные удобства для команды в условиях необычной длительности плавания и наличия АЭУ.

Энерговооружённость ледокола (отношение мощности ЭУ к полному водоизмещению), была доведена до 2,75 л.с. на тонну, что почти в полтора раза превышало энерговооружённость обычных ледоколов. Основные размерения были избраны с условием наличия на судне АЭУ и эксплуатационных требований. Выбранное отношение длины к ширине (4,5:1) обеспечило ледоколу высокую маневренность, как во льдах, так и на чистой воде. Ледокол прекрасно слушался руля, как на полном, так и на самом малом ходу (до 3 узлов - 5,5 км/ч). Эта высокая маневренность оказалась как нельзя кстати при проводке транспортов в тяжёлых ледовых условиях. Неоднократно АЛ "Ленин" оказывал застрявшие в тяжёлых льдах суда, проходя в нескольких метрах от них. Вот основные размерения АЛ "Ленин": длина наибольшая 134 м; ширина 27,6 м, как видим, здесь его можно отнести к мелкосидящим ледоколам; водоизмещение 16 000 т; мощность, подводимая на гребные винты 44 000 л.с.; скорость хода на чистой воде 18 узлов (33,3 км/ч); упор винтов, на переднем ходу в швартовном режиме испытаний 330 тс; полная паропроизводительность парогенераторов 360 т/ч; параметры пара - температура 310 °С, давление 28 атм.; паропроизводительность вспомогательных котлов 10 т/ч, а мощность вспомогательных электростанций 6200 кВт. Автономность плавания 1 год.

Ледокольные обводы корпуса отрабатывались с учётом опыта ледоколостроения и результатов испытаний в опытовом бассейне и на натуре. Выбранная форма носовой оконечности корпуса обеспечила судну высокую проходимость в сплошных льдах. Его кормовая оконечность обеспечивает проходимость ледокола на заднем ходу и надёжно защищает руль. Специальная выемка в надводной части кормы используется для буксировки судов вплотную ("на усах") при форсировании тяжёлых сплошных ледяных полей. При преодолении таких льдов ледокол обычно идёт с осторожностью на малых ходах, чтобы не повредить корпус проводимого судна. Во время проводки большого каравана речных судов с Запада на Восток в тяжёлых льдах в 1960 году неоднократно приходилось "брать на усы" как по одному, так и по несколько судов. Во время этой проводки ледокол "Ермак", имея "на усах" целый караван речных судов сам застрял во льду. Тогда "Ленин" "взял на усы" самого "Ермака" и вместе с его караваном вывел их на чистую воду.

На "Ленине" мощность главных турбогенераторов распределена между тремя гребными винтами в отношении 1:2:1. При установке винтов фиксированного шага, практически невозможно иметь оптимальные режимы для ходового и швартовного режимов. Поэтому при разработке винтов основное вни-



Одна из паровых турбин АЛ "Ленин"

мание было уделено получению максимального упора в швартовном режиме, близком к режиму работы винтов при ходе во льдах.

Ориентировочные расчёты проходимости во льдах, выполненные по данным специально проведённых натурных испытаний ледокола "Илья Муромец", показали, что при выбранном упоре 330 т, ледокол может продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле толщиной более двух метров. Во время навигации ледокол неоднократно совершал переходы по чистой воде на волнении, при этом судно показало хорошие мореходные качества. Бортовая качка была весьма плавной. Этого удалось добиться благодаря удачному расположению на ледоколе атомного и механического оборудования. Отсек с парогенераторной установкой общей массой более 3000 т приподнят над вторым дном на высоту 5,7 м, главные турбогенераторы размещены на нижней палубе, а не на втором дне, как обычно принято. Такое расположение позволило снизить метацентрическую высоту примерно вдвое против её значений на существующих ледоколах, увеличить период собственных поперечных колебаний до 12 с и в результате резко уменьшить бортовую качку.

Корпус ледокола "Ленин" по своей конструкции, в частности по системе набора, значительно отличается от других ледоколов отечественной постройки. Днище, борта, внутренние палубы, платформы и верхняя палуба в оконечностях набраны по поперечной системе

Паропроводы машинного отделения. Внизу паровая турбина



Ледокол "Ленин" "взял на усы" очередное судно



Грот-мачта.
Она же вентиляционное устройство отсека парогенераторов

Пост управления энергетикой атомного реактора: реакторами, парогенераторами, гребными электродвигателями

набора, а верхняя палуба в средней части корпуса - по продольной системе. Размер шпации 800 мм. По бортам на всю длину судна от второго дна до жилой палубы установлены промежуточные шпангоуты, со шпацией 400 мм. Основные и промежуточные шпангоуты в районе настила второго дна до жилой палубы изготовлены из сварных тавровых профилей. Набор носовой и кормовой оконечностей имеет веерное расположение, шпангоуты здесь установлены перпендикулярно обшивке. Наружная обшивка здесь имеет ледовый пояс, выполненный из стали повышенной прочности. Для восприятия возможных случайных ледовых нагрузок пояса ниже и выше ледового пояса также имеют повышенную прочность.

Корпусная сталь для ледокола очищалась химическим и дробеструйным методами. Широко применялась фотооптическая разметка корпусных конструкций. Корпус ледокола был способен выдержать любые сжатия льда в арктических морях. В арктическую навигацию 1960 года ледокол "Ленин" проходил битые льды большой толщины непрерывным ходом и с разбега раскалывал торосистые перемычки из многолетних

льдов. При этом огромные льдины подминались скуловой частью корпуса и всплывали за миделем, отдельные льдины проходили под килем. Непотопляемость ледокола обеспечивалась одиннадцатью основными поперечными водонепроницаемыми переборками (ВНП), которые разделяли корпус на водонепроницаемые отсеки (ВНО). Ледокол оставался на плаву при затоплении двух любых смежных ВНО. По своей архитектуре "Ленин" представлял собой гладкопалубное судно с умеренной седловатостью, удлиненной надстройкой и двумя мачтами. На открытой части шлюпочной палубы размещались катера и спасательные шлюпки, а в кормовой части - взлётно-посадочная площадка и ангар для вертолёта. Дымовая труба отсутствует, но зато грот-мачта имела большие размеры, которые определялись условиями обеспечения вентиляции отсека парогенераторов. Кран, установленный на левом борту в районе миделя, использовался при перезарядке атомных реакторов. Поперечный люк в палубе располагался под грузовой стрелой крана в районе над реакторами.

Применение АЭУ определило особенности внутреннего расположения энергетических помещений. На миделе судна от двойного дна до шлюпочной палубы было расположено оборудование атомных парогенераторов. На судне нет больших топливных бункеров. Обычное топливо предусмотрено в небольших количествах лишь на случай стоянки во время ремонта и перезарядки реакторов. В нос и в корму от парогенераторов находятся отсеки главных турбогенераторов. Далее к носу расположена носовая электростанция и помещение насосов. В корму за помещением главных турбогенераторов расположены гребные электродвигатели и кормовая электростанция. Четыре непрерывные палубы и две платформы образуют просторные твиндеки, в которых располагаются креновые, балластные и топливные цистерны (до нижней палубы), различные кладовые, различные служебные помещения и каюты экипажа.

На нижней жилой и верхней палубах по бортам между главными продольными водонепроницаемыми переборками и каютами проложены магистральные коридоры для удобного сообщения с основными помещениями по длине ледокола. В верхней части магистральных переходов выделено пространство для прокладки трубопроводов и кабельных линий.

Креновая и дифференциальная системы обслуживаются двумя пропеллерными электронасосами со средней производительностью по 4000 т/ч. Управление насосами автоматизировано и производится из поста энергетик и живучести.

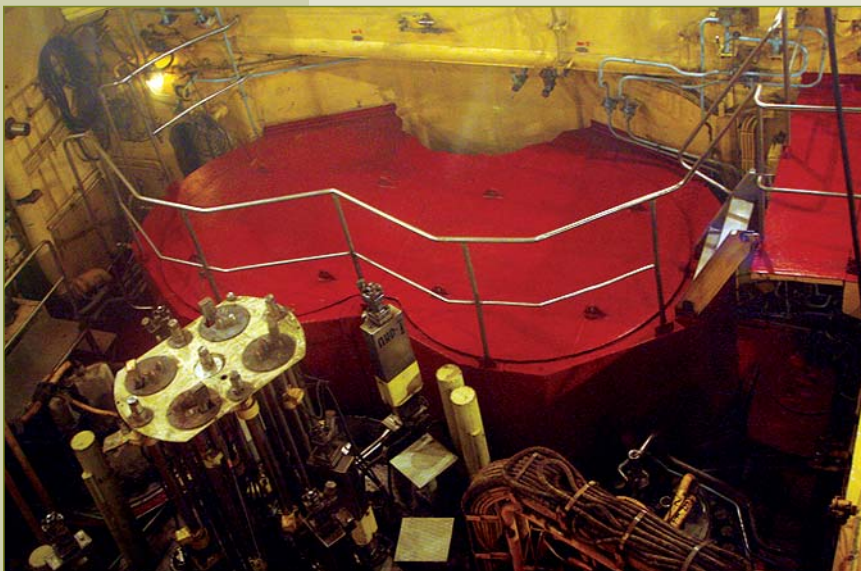
Наличие вертолёта потребовало оборудования в его корме взлётно-посадочной площадки, устройства большого ангара и хранилища топлива со специальной системой приёма и выдачи горючего, специальных средств противопожарной защиты.

В течение первой полярной навигации ледокол плавал без вертолёта, пользуясь данными ледовой разведки арктической авиации. Самолёты авиаразведки поднимались в воздух при самых неблагоприятных метеоусловиях, держали постоянную радиосвязь с судами и регулярно сбрасывали на палубу ледокола вымпелы с подробными картами ледовой обстановки.

Применение атомной энергии на ледоколе надо считать исключительно целесообразным, так как при практически неограниченном районе плавания создаются, по сути дела, идеальные условия работы. При проектировании и постройке атомной установки осо-



Левый реактор



бое внимание уделялось обеспечению максимальной надёжности и долговечности всех её элементов, безопасности и удобства её эксплуатации.

Для АЭУ были выбраны наиболее стабильные, безопасные и простые в работе реакторы водо-водяного типа, в которых теплоносителем и замедлителем служит вода под высоким давлением. Характерной особенностью водо-водяного реактора является высокая прочность его узлов, рассчитанных на большое внутреннее давление, что обеспечивает выполнение основного требования к ледокольной ЭУ - способность выдерживать воздействие вибраций, ударных нагрузок и качки.

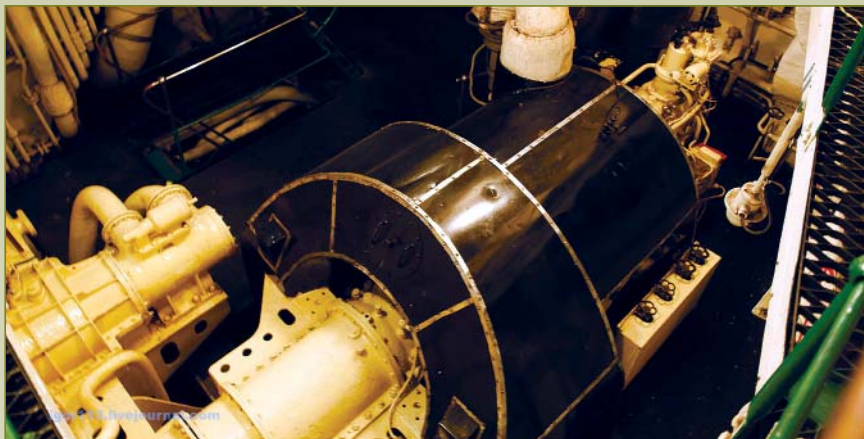
Исходя из учёта сотрясений и вибраций корпуса при работе ледокола в тяжёлых льдах, для оборудования атомной парогенераторной установки были выработаны соответствующие требования по его вибро- и ударостойкости. Всё оборудование и приборы после изготовления проверялись на вибростендах. В условиях арктической навигации оборудование работало безотказно. Особо следует отметить высокое качество сварки трубопроводов и систем первого контура, работающих при давлении до 200 атм., выполненной сварщиками Адмиралтейского завода с применением аргоно-дуговой сварки и использованием современных методов контроля сварных швов.

На атомоходе было установлено три реактора, при этом предусмотрен обычный для ледоколов резерв общей паропроизводительности в 20...25 %. В случае выхода из строя одного из реакторов ледокол, практически, не теряет хода. Кроме того, наличие третьего реактора позволяет производить своевременный профилактический осмотр и ремонт установки и даёт большую эффективность в использовании горючего.

С момента выхода из Балтийского моря и до окончания навигации реакторы обеспечивали паром все нужды ледокола. Во время проводки караванов, особенно при околке судов, мощность главных турбогенераторов менялась часто и в больших пределах - от 10 до 85 %. При профилактических осмотрах оборудования работали два реактора, третий находился в "горячем" резерве. Безотказно работала автоматическая система травления избытков пара на главные конденсаторы.

Турбоэлектрическая установка. Принципиальная схема установки имеет некоторые особенности, связанные с применением атомной энергии. Эти особенности нашли отражение в работах морских специалистов. Также следует отметить, что каждая из четырёх турбин через одноступенчатый редуктор связана с двумя параллельно установленными электрогенераторами постоянного тока.

При системе электродвижения на постоянном токе удалось сравнительно просто осуществить питание трёх гребных электродвигателей от четырёх турбогенераторных агрегатов, работающих при постоянной скорости вращения. Для гребной электрической установки постоянного тока применено напряжение 1200 В, до сих пор не встречающееся в практике судостроения. Генераторы двухякорные, мощностью по 1920 кВт на каждом якоре при напряжении 600 В и числе оборотов 595 об/мин. с самовентиляцией по замкнутому циклу через воздухоохладители. В одном генераторе каждого агрегата оба якоря соединены параллельно и представляют собой одну электрическую машину мощностью 3840 кВт. Таким образом, каждая турбина через редуктор как бы вращает три

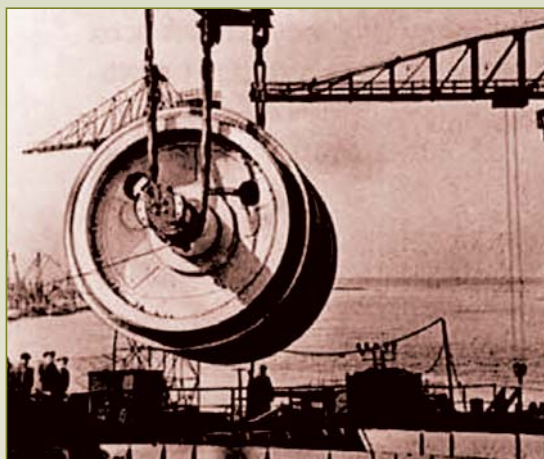


Внешний вид паровой турбины



Редуктор.

Слева от него паровая турбина. Справа - два электрогенератора



Установка гребного электродвигателя на АЛ "Ленин"

генератора: два по 1920 кВт и один 3840 кВт.

Главные электродвигатели - двухякорные, защищённого исполнения с принудительной вентиляцией по замкнутому циклу через воздухоохладители. Средний электродвигатель длительной мощностью 19600 л.с. и напряжением 1200 В на якоре. Бортовые гребные электродвигатели длительной мощностью по 9800 л.с. также с напряжением 1200 В. Возможные варианты работы гребной ЭУ осуществляются при помощи самостоятельных избирательных переключений для каждого генератора.

Итак, постройка атомохода "Ленин" и его успешное плавание в первом полярном рейсе - событие планетарного масштаба. Оно показало всему Миру пример наиболее разумного и благородного использования атомной энергии в мирных целях.



(Продолжение следует.)