

### Энергетика сегодня и завтра

**П**роблемам развития мировой энергетики посвящено достаточно много материалов в средствах массовой информации и в специальных научно-тематических изданиях.

По оценкам всемирных общественных организаций ООН, МИРЭС, СИГБ, примерно 70 % жителей планеты живёт в условиях, при которых энергопотребление на душу населения составляет 25 % энергопотребления Западной Европы и 17 – 18 % — США. Во многих случаях это тормозит экономическое развитие и ограничивает возможности удовлетворения основных потребностей человека с учётом их значительно-го роста.

Так, мировое потребление электроэнергии за последние годы, начиная с 2011 г., выросло с 3,3 до 8,8 Гт н. э. (тонна нефтяного эквивалента соответствует 10 034 Мкал), в среднем на 3,3 % в год. Однако потребление первичной энергии на душу населения в Северной Америке превышает этот показатель в Южной Азии более чем в 20 раз.

Безусловно, в ближайшее десятилетие мировой спрос на электроэнергию будет расти за счёт роста населения развивающихся стран. По оценке ООН, мировой демографический взрыв ожидается в период с 1990 до 2020 г. при увеличении численности населения от 5,3 до 8,1 млрд человек (в 2011 г. на свет появился семимиллиардный житель планеты). Более чем на 90 % это произойдёт за счёт развивающихся стран.

Вместе с тем, из-за постоянного увеличения мирового спроса на электроэнергию, наряду с вопросами обеспечения электростанций необходимым количеством всех видов топлива, наблюдается рост стоимости вырабатываемой и передаваемой электроэнергии. Решение этой проблемы во многом зависит от организационных форм управления энергетическими компаниями (ЭК).

Во всём мире происходит непрерывный процесс создания наиболее рациональных структур, способных в условиях развития нового этапа организации электроэнергетики занять нишу в так называемых рыночных отношениях.

Возрастает роль возобновляемых видов энергии, в частности, гидроэнергетики, особенно в тех странах, где ис-

пользование существующего гидропотенциала весьма скромное.

XV Конгресс МИРЭК, состоявшийся в Мадриде в сентябре 1992 г., в работе которого принимали участие более 3 тыс. делегатов из разных стран, отметил, что следует безотлагательно приступить к решению настоящих и будущих проблем энергетики, часть из которых проявится не раньше, чем через 30 – 60 лет. На XV Конгрессе основным периодом прогнозирования был выбран 2020 г. При этом учитывали, что многие проблемы в энергетике могут достичь критической стадии позднее.

Прогнозируемый рост населения непременно приведёт к ускоренному расходованию топлива, особенно имеющего конечные запасы нефти и природного газа. Поэтому в мире всё большее внимание обращается на необходимость более полного использования гидроэнергетического потенциала.

По прогнозу МИРЭС, к 2020 г. выработка электроэнергии на ГЭС должна удвоиться. За последние 15 лет объём мирового производства электроэнергии, выработанной на гидроэлектростанциях увеличился на 755 млрд кВт · ч и превысил 2,2 трлн кВт · ч в год. Такие страны как Канада, Швейцария, Бразилия, Норвегия, США, Китай от 60 до 90 % потребности в электроэнергии покрывают за счёт ГЭС. Использование экономически обоснованного гидропотенциала в этих и других ведущих западных странах составляет от 45 до 90 %, по России это значение в среднем составило 20 %, а на Дальнем Востоке — менее 6 %. Несколько лет тому назад Международный комитет СИГБ проводил в Норвегии плановое заседание Исполкома. Участников Исполкома поразила чёткая профессиональная направленность норвежских гидротехников, которая позволила в сходных с Россией климатических условиях, используя исключительно местные строительные материалы, довести выработку электроэнергии на ГЭС до 96 %. Вместе с тем, известно, что Норвегия не сжигает у себя в топках, а поставляет на мировой рынок более 100 млн т нефти и нефтеводородного сырья. За державу стало обидно.

Норвегия — небольшая страна с пяти-миллионным населением, территорией в 39 тыс. км<sup>2</sup>, растянувшейся от Скандинавского полуострова до Шпицбергена, омываемого Северным Ледовитым океаном.

Город Хаммерфест один из пяти городов планеты, расположенных за полярным кругом. Население — 5 тыс. человек. В Норвегии, находящейся примерно в таких же климатических условиях, как наш Дальний Восток, построено более 250 гидроэлектростанций, используя местные грунтовые материалы. Свой гидропотенциал использован более чем на 96 %. Мощность всех гидроэлектростанций — 27 млн кВт, выработка электроэнергии — 120 млрд кВт · ч. Удельная выработка электроэнергии составляет более 25 тыс. кВт на жителя.

По мнению Совета ветеранов энергетики, стратегия России должна состоять в обеспечении опережающего экономического развития в сибирских регионах страны, создании крупных энергопромышленных комплексов, решении транспортных проблем, в том числе путём сооружения мощных линий электропередачи сверхвысокого напряжения 1500 кВ постоянного и 1150 кВ переменного тока.

Эта долгосрочная программа требует решения, прежде всего, от Правительства России, поскольку она связана с крупными капитальными вложениями и временем на её реализацию. Без решения этого вопроса усилие всех организаций, в частности, по увеличению постоянно снижающейся численности населения, результатов не дадут. Однако, учитывая, что в европейской части России проживает почти четыре пятых населения и производится около 80 % всей продукции страны, вопрос гарантированного обеспечения электроэнергией данной части страны является в настоящее время главным. Таким образом, транзит большого количества электроэнергии из Сибири в европейскую часть России, предусмотренный Постановлением Правительства от 13 ноября 2009 г. № 1715, представляется стратегическое направление.

Эта проблема, как впрочем, и целый ряд других, экономически целесообразных, стратегических и важных направлений в работе главной сетевой компании России пока забыты. Можно, например, отметить нетерпимое отношение практически всех сетевых компаний к широкому применению наиболее экономичной и современной контурной подвесной арматуры из полимерных материалов, рассмотрение и принятие мер по основательному укреплению структуры управления и др.

Рассмотрим амбициозную проблему, особо выделенную правительством, на которой, по мнению Совета

ветеранов энергетики, следует остановиться подробнее.

Распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715р была утверждена энергетическая стратегия России на период до 2030 года.

В качестве приоритетных направлений научно-технического процесса в энергетическом секторе выделены 100 программ, в том числе по направлению «электроэнергетика»: создание электроэнергетического транзита ультравысокого напряжения постоянного и переменного тока Сибирь – Урал – европейская часть России.

Три с половиной года спустя, в марте 2013 г. состоялась XV Международная научно-техническая конференция «Перспективы развития электроэнергетики и высоковольтного электрооборудования». Конференция была организована Международной ассоциацией ТРАВЭК при поддержке Государственной думы, Федерального собрания РФ, Российской академии наук, Министерства энергетики России и ОАО «ФСК ЕЭС».

Участники конференции отметили необходимость принятия соответствующих мер по реализации проектов, означенных указанным распоряжением правительства. Было уточнено, что высшим классом напряжения ЕЭС России до 2030 г. остаётся 1150 кВ для передачи переменного тока и 1500 кВ для постоянного тока. Главная задача линий высшего класса напряжений — создание надёжного и экономичного транзита мощности и энергии направления Восток – Запад. Время идёт, отсчёт начат в 2011 г. На конференции отмечалось, что в масштабах России для обеспечения национальной энергобезопасности требуется строительство линий электропередачи сверх- и ультравысокого напряжения.

В 70-е годы XX века СССР был первым на планете, где создали электролинии таких напряжений. Весь мир идёт по этому пути, успешно используя советский опыт, а Россия сегодня топчется на одном месте.

Впервые после тщательной подготовки в материалах XXIV съезда КПСС, открытие которого состоялось 30 марта 1971 г., появилась запись: «Продолжить работы по созданию единой энергетической системы страны, завершить сооружение дальних линий электропередачи переменного тока 750 и 1150 кВ и постоянного тока 1500 кВ».

Несколько позже, 13 июля 1971 г., Министр энергетики и электрификации СССР П. С. Непорожний отмечал: «13 июля у меня рассматривался первый вариант генеральной схемы использования р. Енисей. Докладывал «Гидропроект». Предлагалось соорудить каскад крупных ГЭС, из которых первоочередные: Средне-Енисейская, Осиновская, Туруханская с передачей

электроэнергии по ЛЭП 1500 кВ постоянного тока в Европейскую часть СССР, и с соединением этого каскада ГЭС с помощью ВЛ 1150 кВ переменного тока с базовой подстанцией, на которую коммутируются мощности базовых тепловых электростанций КАТЭК. Таким образом, создавалось мощное устойчивое энергетическое кольцо. Для ускорения строительства ГЭС в Сибири в г. Абакан создавалась крупнейшая строительная база для поточного каскадного строительства ГЭС, позволяющая вводить ГЭС в эксплуатацию в предельно короткие сроки».

«11 марта на Президиуме Совета Министров СССР рассматривался проект Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР о строительстве ВЛ 1150 кВ переменного тока и ВЛ 1500 кВ постоянного тока, докладывал заместитель Председателя Совета Министров СССР Л. И. Антонов. Президиум одобрил проект постановления и поручил Л. И. Антонову и Н. К. Байбакову рассмотреть замечания, имевшие место при его обсуждении, и внести их в проект постановления».

В книге «Современные проблемы энергетики» (Энергоатомиздат, 1984 г.) заместитель председателя Госкомитета СМ СССР по науке и технике, бывший министр энергетики, чл.-корр. АН СССР Д. Г. Жимерин более 25 лет тому назад говорил: «Основой этой системы будет являться электропередача переменного тока напряжением 750 и 1150 кВ и постоянного тока 1500 кВ».

Расчёты показали, что для транспортирования больших объёмов энергии и мощности (свыше 1 ГВт) при длине передачи более 1500 км экономичными являются ВЛ постоянного тока. По расчётам, одна такая линия позволит передать в европейскую часть страны из Канско-Ачинского района около 250 ТВт · ч электроэнергии, что эквивалентно перевозке 160 млн т угля.

Сказать, что проблемы электрических сетей сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России сегодня не тревожат энергетиков, будет неправильно.

В конце 2012 г. вышел трёхтомник общим объёмом более 140 печатных листов (а если проще, более 1700 машинных страниц) «Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические и практические основы» под общей редакцией член-корреспондента РАН А. Ф. Дьякова. Авторами выступили многие видные специалисты, учёные, проектировщики и т.д. Книга даёт много полезных советов. В издании книги и её финансировании принял активное участие Председатель Правления ОАО «Российские сети» О. М. Бударгин.

Однако конкретных шагов по решению этой важнейшей проблемы, пока не видно, продолжается затяжное топтание на месте.

Одно из важнейших направлений Стратегии России заключается в опережающем экономическом развитии сибирских регионов страны. Об этом говорил Президент В. В. Путин в послании Федеральному собранию 12 декабря 2012 г. «В XXI веке основой вектора развития России — развитие на восток... Это наш колоссальный потенциал».

В обращении Президента Российской Федерации В. В. Путина Федеральному собранию 12 декабря 2013 г.: «Россия с её гигантскими гидроресурсами использует свой потенциал менее чем на 20 %. Необходимо начать строительство крупных ГЭС, прежде всего, в Сибири и Дальнем Востоке».

Надёжного энергоснабжения во всех регионах страны можно достичь путём продуманного гармоничного и рационального использования топливно-энергетических ресурсов, исходя из долговременных задач экономического роста и социального развития России. Имеется в виду рациональное сочетание развития добычи нефти, газа и угля.

По мнению многих учёных, существует вероятность, что в ближайшие десятилетия мировой спрос на нефть и газ будет возрастать при ухудшении условий их добычи (в 1965 г. добыча нефти составляла 243 млн т, в 1980 г. — 603 млн т, в 2010 г. уровень сохранился). Это заставит энергетиков искать другие пути, и с большой вероятностью в условиях реализации долгосрочной программы энергетики будут вынуждены изменить структуру топливно-энергетического баланса России в сторону увеличения доли твёрдого топлива.

Прежде всего, речь пойдёт об энергопромышленном комплексе КАТЭК.

Совет ветеранов энергетики считает, что в настоящее время данная тема должна заинтересовать руководство ТЭК и правительство.

В середине 70-х годов Правительством СССР был разработан проект энергокомплекса, включающего несколько угольных разрезов и тепловых электростанций.

Проект получил название КАТЭК и по последнему варианту предусматривал строительство двух тепловых электростанций мощностью 6,4 млн кВт каждая с общей годовой выработкой 66 – 68 млрд кВт · ч. Было начато строительство первой электростанции Березовской ГРЭС-1. Сегодня введены и успешно работают два пылеугольных блока мощностью по 800 тыс. кВт каждый. Идёт монтаж третьего энергоблока.

Впервые на Березовской ГРЭС был освоен паровой пылеугольный котёл с нестандартным решением подвески котла к специальным хребтовым балкам. Технология строительства была достаточно известная. На 2000-е годы

Березовская ГРЭС — одна из самых молодых и уникальных энергообъектов России; в 2003 г. была признана самой экономичной среди угольных станций страны. В 2005 г. отпускная цена каждого кВт · ч энергии составляла 22,4 копейки.

Средний коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ТЭС составляет 71,7 %, в зимний период максимальная нагрузка — около 85 %. В своё время Березовская ГРЭС была награждена престижной всероссийской премией «Национальный Олимп». Березовская ГРЭС выработала в 2004 г. 6,2 млрд кВт · ч, в 2011 г. — 11,1 млрд кВт · ч.

Приведённые показатели стали хорошей предпосылкой для получения большого и дешёвого количества электроэнергии. Главным в формировании КАТЭКа остаётся вопрос способа выдачи и реализации большого количества электрической энергии. Положительное решение этого вопроса достаточно быстро создаст предпосылки для активного вложения средств в строительство этого важного энергетического комплекса.

Благоприятные горно-геологические условия позволяют организовать открытую добычу угля высокомеханизированным способом с перспективой доведения годового объёма угля до нескольких миллионов тонн. Топливный комплекс КАТЭК спроектирован таким образом, что топливо от угольного разреза ленточными конвейерами доставляется на расстояние 15 км до склада топлива станции, оборудованного радиальными машинами непрерывного действия.

Угли залегают на небольшой глубине, что позволяет вести добычу с меньшими затратами в 5–6 раз, чем на шахтах европейской части России, облегчая изнурительный труд шахтёров.

Следует отметить, что общие запасы угля на КАТЭКе достигают 640 млрд т с залеганием на глубине несколько метров, а толщина пласта составляет 60 м и более. Это обстоятельство позволяет гарантированно и постоянно на протяжении длительного времени получать от электростанций электроэнергию; также появляется возможность её передачи по воздушным линиям сверхвысокого напряжения в европейскую часть России.

Другого пути нет. Эти угли низкокалорийные, с большой влажностью (до 30 %), в натуральном виде допускаются транспортирование на небольшие расстояния (до 1000 км). Зонай их использования пока являются преимущественно районы Сибири. Эти ограничения связаны с выветриваемостью и самовозгораемостью углей при транспортировке.

В европейскую часть России уголь могут доставлять в преобразованном виде — брикеты, коксика и т. д.

Решение о транспортировании Канско-Ачинского угля в западные районы страны в своё время рассматривалось на самом высоком правительственном уровне, в том числе путём создания специальной железнодорожной линии с широкой колеёй и вагонами высокой грузоподъёмности. Однако из-за нерациональности такого предложения вопрос с рассмотрением был снят. По предложению Минэнерго СССР, вариант строительства линий электропередачи сверхвысокого напряжения 1500 кВ постоянного и 1150 кВ переменного тока был принят как более предпочтительный.

Электроэнергия, полученная в Сибири от гидроэлектростанций и энергетического комплекса КАТЭК, может составить до 150–170 млрд кВт · ч. Также решается важный, стратегический вопрос, как увеличение численности населения в этих мало обжитых местах.

Надо быть готовыми и к ситуации, когда по ряду причин, в том числе и политических, активное развитие ядерной энергетики в России будет сложным.

Сегодня в России годовое производство электроэнергии на атомных станциях составляет 170 млрд кВт · ч. Средний возраст большинства АЭС 30–40 лет, и они настойчиво приближаются к исчерпанию своего ресурса. Складывающаяся обстановка в мире, особенно после аварии на АЭС «Фукусима-1» в Японии, ставит под сомнение дальнейшее развитие ядерной энергетики. В 2011 г. ряд развитых стран: Германия, Швеция, Швейцария, приняли решение о частичной остановке АЭС, а в последующем — полную их ликвидацию. В Японии остановлены 48 реакторных блоков.

По мнению Совета ветеранов энергетики, в России наиболее тревожное положение может сложиться с канальными АЭС (РМБК) возрастом 30 лет и более — это Курская и Смоленская АЭС, которые в сумме вырабатывают в год около 45 млрд кВт · ч.

Ведутся проработки о замещении их новыми атомными станциями, которые с большой степенью уверенности в заложенные в плане сроки построены не будут. Передача электроэнергии в центр России из Сибири будет рациональна и оправдана. При передаче электроэнергии по линиям сверхвысокого напряжения могут уменьшиться и потери в электросетях.

Сегодня потери электроэнергии достигают 14–15 % объёма выработки<sup>1</sup>, что составляет более 115 млрд кВт · ч в год — ровно столько вырабатывают вместе взятые: Красноярская, Иркутская, Братская, Усть-Илимская, Саяно-

Шушенская и Майнская гидроэлектростанции.

Одна из главных задач — снижение потерь при передаче и распределении электроэнергии, отпускаемой электропроизводителями России. Следует отметить, что около процента всех потерь приходится на электрические сети напряжением 110 кВ и ниже в основном из-за их недостаточной оснащённости источниками реактивной мощности.

Оснащённость энергосистем источниками реактивной мощности в ближайшие годы должна быть доведена до 0,4–0,5 квар из расчёта на 1 кВт установленной мощности генерирующего оборудования.

За последние два года в Минэнерго РФ выпущено несколько приказов, направленных на снижение потерь в сетях. Конечной целью этих приказов является доведение технических потерь в электрических сетях к 2020 г. до 8,5 %.

Следует отметить, что в своё время в Минэнерго СССР серьёзно занимались проектированием и строительством линий электропередачи сверхвысокого напряжения.

В России накоплен уникальный опыт создания таких линий. Именно с этими линиями связан следующий этап развития ЕНЭС России.

ВЛ 1150 кВ переменного тока характеризуются следующими показателями: пропускная способность — до 5500 МВт, протяжённость — 2000–4000 км.

Построенная в конце 90-х годов ВЛ 1150 кВ Барнаул — Экибастуз — Кокчетав — Кустанай — Челябинск, имеет протяжённость 1900 км (длина казахстанского участка составляет 1400 км).

Линия была построена в качестве сверхмощного энергомота для передачи электроэнергии от Экибастузского энергоузла и электростанций Сибири на промышленно развитый Урал России. В 1988 г. был введён основной участок ВЛ 1150 кВ Барнаул — Экибастуз — Кокчетав — Кустанай — Челябинск с подстанциями 1150 кВ в Экибастузе, Кокчетаве, Кустанае и Челябинске. В 1998 г. в качестве заключительного этапа создания межсистемного транзита 1150 кВ Сибирь — Казахстан — Урал введён в строй участок ВЛ 1150 кВ Итат — Барнаул (Алтай) на напряжение 500 кВ длиной 444,5 км. Сооружение последнего участка ВЛ 1150 кВ Итат — Барнаул имеет особое значение для увеличения возможности передачи избыточной электроэнергии и мощности из Восточной Сибири в дефицитную Западную. В настоящий момент ВЛ работает на напряжении 500 кВ и

<sup>1</sup> В наиболее развитых странах потери в электросетях составляют: Нидерланды — 4 %, Германия — 5 %, Япония — 5,2 %, Италия — 6,9 %, США — 7,2 %.

соединяет энергосистемы Казахстана и России.

Впечатляющими выглядят также и показатели ВЛ 1500 кВ постоянного тока: пропускная способность до 6000 МВт, протяжённость линии до 4000 км.

Работы по созданию линий УВН постоянного тока, были также связаны с реализацией базового сценария Генеральной схемы развития электроэнергетики до 2020 г., принятой ещё в СССР, в которой планировалось увеличение установленной мощности ГЭС с 45 до 67 ГВт и угольных ТЭЦ — с 60 до 100 ГВт в основном за счёт строительства в Сибири и на Дальнем Востоке. Большую часть этой мощности планировалось передать в европейскую часть страны — на Урал, в Западную Сибирь и Китай по вновь построенным ВЛ. Для реализации этих планов в Генеральной схеме предлагалось сооружение линий электропередачи постоянного тока напряжением 1000 и 1500 кВ. Среди рассматриваемых проектов можно назвать 900-километровую ВЛ Сибирь – Тюмень с пропускной способностью 2000 МВт. Две электропередачи постоянного тока (ППТ) 1500 кВ должны были проложить от Эвенкийской ГЭС до Тюмени длиной 600 и 800 км. Приходится сожалеть, что в последней программе развития гидроэнергетики ввод Эвенкийской ГЭС до 2030 г. исключён. Вместе с тем, по Эвенкийской ГЭС достаточно полно разработан проект, завершена разработка обоснований инвестиций. И на первом этапе энергия этой станции могла бы пойти на теплофикационные нужды. Получение тепла с использованием дешевой электроэнергии позволило бы решить проблему отопления гигантского региона Сибири.

Убедить федеральное правительство России в необходимости строительства Эвенкийской ГЭС ОАО «РусГидро» не удалось.

Также приходится сожалеть, что в новой программе «Стратегия развития энергетики России до 2035 года», разработанной в конце 2015 г. и направленной на согласование заинтересованным министерствам и ведомствам, не предусматривается необходимого развития и строительства новых гидроэлектростанций.

Об этом говорят цифры реализации указанной Стратегии. При приросте производства энергии в России к 2035 г. на 27 – 43 % (до 1352 – 1514 млрд кВт · ч), выработка электроэнергии на ГЭС планируется в 1,2 – 1,3 раза.

Другими словами, дальнейшее развитие гидроэнергетики в этот период не планируется, а это значит, не планируется и защита населения, особенно Дальнего Востока от разрушительных наводнений. Поскольку водохранилища при гидроэлектростанциях являются

хорошим аккумулятором паводковых вод.

Главным тормозом в развитии гидроэнергетики считают (в основном экономисты) высокую стоимость гидроэлектростанций и длительное время строительства. В связи с чем они экономически не окупаются и являются убыточными.

Однако можно привести пример строительства крупных гидроэлектростанций, на которых благодаря высокопрофессиональному подходу гидротехников, смогли добиться потрясающей прибыли, применяя грамотные инженерные решения.

Братская ГЭС:

— стоимость Братской ГЭС — 789,223 млн руб.;

— начало строительства 1955 г.;

— ввод первых четырёх гидроагрегатов в 1961 г., каждый мощностью 225 тыс. кВт под временным шатром, в 1962 г. — шесть гидроагрегатов, в 1963 г. — ещё шесть.

Последние два гидроагрегата были введены в 1965 и 1967 г. В течение 1961 – 1963 гг. действующие гидроагрегаты работали под шатром во временном машинном зале. За этот период Братская ГЭС выработала количество электроэнергии, стоимость которой превысила общие затраты на её сооружение. Таким образом, срок окупаемости капитальных вложений составил менее шести лет.

С позиций сегодняшнего дня, с учётом планов приоритетного развития электроэнергетики все указанные планы строительства сверхмощных энергомонов УВН актуальны и сегодня.

В качестве аргумента в пользу подобного подхода можно использовать примеры нашей истории. Так, строительство крупных гидроузлов на Волге и Днепре привело к сооружению ВЛ 500 кВ, а планы создания и реализации проектов крупнейших ГЭС в Восточной Сибири общей установленной мощностью около 20 ГВт требуют сооружения линий электропередачи постоянного тока 1150 кВ и постоянного тока 1500 кВ.

Существующие научные заделы, опыт создания и строительства сверхмощных энергомонов (ВЛ 1150 кВ и ППТ 1500 кВ) для обеспечения транспортирования электроэнергии позволяют обосновать и дать начало реализации масштабных проектов строительства крупных ТЭС и ГЭС в Восточной Сибири, а также вновь поставить на повестку дня проработку вопросов использования гигантского энергетического (в том числе, гидроэнергетического) потенциала Восточной Сибири, Дальнего Востока. Сегодня он составляет 700 млрд кВт · ч, т. е. около 70 % в целом от общероссийского, а степень его использования не превосходит в этом регионе 6 %.

С 1991 по 2008 г. автор статьи возглавлял Российский национальный комитет Международной комиссии по большим плотинам (СИГБ-ICOLD) и может с уверенностью заявить, что, посещая в качестве руководителя делегаций российских гидроэнергетиков почти 20 иностранных государств, участвуя в работе исполкомов и конгрессов, такого незаслуженного отношения к использованию гидропотенциала как в нашей стране нигде нет.

Примером самого рационального использования собственных гидроэнергетических ресурсов может служить упомянутая Норвегия.

Возвращаясь к Сибири следует отметить, что гидропотенциал только Енисея и Ангары составляет 270 млрд кВт · ч, за все годы он использован на треть. Такое положение по использованию потенциала регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока вызывает обоснованную тревогу.

Многолетний опыт градостроительства в этих регионах показывает, что строительство ГЭС, особенно в отдалённых малонаселённых и трудных для проживания населения районах, дают начальный импульс хозяйственному развитию и далее остаются постоянно действующим фактором для развития региональной экономики. Новая энергетическая база сравнительно дешевой электроэнергии способствует развитию местной промышленности, привлекает в регион, богатый полезными ископаемыми, крупных электроёмких потребителей. В реальном секторе экономики создаются рабочие места, обеспечиваются комфортные условия проживания, транспортные коммуникации, возникает положительная динамика рабочей силы.

Для освоения необжитых районов Сибири блестящим образцом может быть создание в рекордные сроки Братско-Усть-Илимского территориально-промышленного комплекса, включая металлургическую, лесопромышленную, энергетическую и строительную индустрию, превратив глухой таёжный район Иркутской области в крупный энергопромышленный комплекс — одна из самых героических страниц индустриализации страны, обеспечившей рост населения в ТПК с 44 до 500 тыс. человек.

Развитие крупной гидроэнергетики в Сибири и на Дальнем Востоке содействует развитию экспортного потенциала страны и отрасли. Крупным импортёром электроэнергии остаются северные регионы Китая. Проблемы с дальнейшим использованием ядерной энергетики превращают Японию и Южную Корею также в крупных и долгосрочных потенциальных импортёров не только органического топлива, но и электроэнергии, потребности в которой могут измеряться многими десятками миллиардов киловатт-часов в год. Оче-

видно, что в России они не могут быть обеспечены только тепловой энергетикой и требуют создания и освоения потенциала крупных гидроэнергетических комплексов в этом регионе. При этом гидроэнергетику Сибири и Дальнего Востока необходимо рассматривать и как важную составляющую Единой энергетической системы страны.

Сильные электроэнергетические связи этих регионов с европейской частью страны резко повысят мобильность всей ЕНЭС при энергообмене энергией и мощностью, позволят значительно эффективнее использовать временной сдвиг суточных максимумов потребления регионов, а также объективное различие режимов функционирования генерирующих установок, использовать в полной мере эффект сокращения резерва мощности.

Существующие транспортные системы топливопередачи в европейскую часть — трубопроводный и железнодорожный транспорт, при реализации планов строительства сверхмощных энергомоств могут быть дополнены мобильным и реверсивным транспортом — линиями электропередачи ультравысокого напряжения 1150 и 1500 кВ. Всё это может существенно облегчить энергетическую ситуацию на обозримую перспективу на Урале и в центральной части европейской территории, позволит поднять на новый уровень энергобезопасность страны, усилить и укрепить важное конкурентное технологическое преимущество России, которым является созданная в XX веке героическим трудом нескольких поколений энергетиков Единая электроэнергетическая система страны.

Территориальное развитие ЕНЭС путём строительства сверхмощных энергомоств на базе ВЛ 1150 и 1500 кВ — это, несомненно, и важный политический фактор. Здесь, прежде всего, следует выделить внутривнутриполитическую составляющую, когда ЕНЭС, как единая технологическая система, объединяющая весь производственно-хозяйственный комплекс страны, выступает мощной центростремительной силой для территорий на всем огромном пространстве России.

Проблема транзита большого количества электроэнергии из Сибири в центр России затрагивает целый ряд других министерств и ведомств и требует для своего решения специального Постановления Правительства Российской Федерации.

22 ноября 2012 г. Президентом РФ был подписан Указ № 1567 «Об открытии акционерного общества Российские сети».

Компания «Россети» — одна из крупнейших электросетевых компаний в мире. В ведение компании находится 2,29 млн км линий электропередачи, 400 тыс. подстанций трансформаторной мощности более 751 ГВ · А.

В 2014 г. отпуск электроэнергии потребителям составил 715 млрд кВт · ч. В «Россетях» работает 218 тыс. человек. В разработанной Стратегии главной задачей компании является обеспечение надёжного качественного и доступного энергоснабжения потребителей путём организации максимальной эффективной и соответствующей мировым стандартам сетевой инфраструктуры. Вот с последним не всегда получается ладно.

В последнее время во всех промышленно развитых странах наблюдается устойчивая тенденция к расширению применения полимерных изоляторов на воздушных линиях электропередачи.

В странах США, Канады, Германии, Швеции (срок освоения полимерных изоляторов в которых исчисляется с 50-х годов прошлого столетия), общая доля установленных на ВЛ изоляторов напряжением 100 – 500 кВ уже в 1985 г. составляла более 135 тыс. штук.

На конец 1986 г. на полимерных изоляторах на линиях 100 – 200 кВ функционировало около 82 000 шт. (60 %); 200 – 300 кВ — около 32 000 шт. (23 %); 300 – 500 кВ — около 19 000 шт. (14 %) и выше 500 кВ — около 4000 шт. (3 %).

Немалый опыт строительства и эксплуатации высоковольтных линий напряжением 35 – 500 кВ, смонтированных на полимерных изоляторах, накоплен на территории России и стран СНГ. С момента изготовления и испытания первых отечественных образцов полимерных изоляторов прошло уже более 30 лет.

Но этого было недостаточно, и в 1999 – 2000 гг. по заданию РАО «ЕЭС России» в АО «СКТБ по изоляторам и арматуре» (Москва) были разработаны конструкции полимерных изоляторов нового поколения с цельнолитой защитной оболочкой на напряжение 35 и 110 кВ, а в 2002 г. — 220 и 500 кВ с механической прочностью 70, 120, 160 и 210 кН. Это был значительный шаг вперёд.

Впервые освоение и внедрение новой технологии проходило на предприятии ЗАО «Электросетьинвест+» (Москва), а сегодня по этой технологии выпускают полимерные изоляторы более 15 предприятий России.

Технология прямого прессования и внедрение цельнолитой защитной оболочки значительно повысили надёжность изоляции за счёт принципиально нового технологического приёма — создания композиции «Стеклопластиковый стержень – кремнийорганическая смесь» в пресс-форме при воздействии высоких температур и давления.

Особо следует остановиться на материалах, используемых при производстве полимерных изоляторов: качество изоляторов обеспечивается не только за счёт современной технологии изготовления изолирующих элементов, но и

в не меньшей степени за счёт применения лучших на сегодня материалов.

Технологический процесс производства разработан преимущественно с использованием резиновой смеси и подслоя (Primer) известных фирм Dow Corning и Bayer Silicones, имеющих более чем 50-летний опыт, что позволило гарантировать качество изделия и стеклопластиковых стержней Бийского и Тверского заводов стеклопластиков, обеспечивающих высокую механическую и электрическую прочность. Данными заводами были разработаны ТУ на стеклопластиковые стержни, специально предназначенные для линейных полимерных изоляторов, с требованиями, правилами приёмки, объёмами испытаний более жёсткими, чем это указано в ГОСТ на стержни.

В результате качественно проделанной работы по отработке технологии и повышения качества полимерных изоляторов в 2003 г. технологическими службами ФСК было принято решение по проектированию и строительству линий электропередачи 500 кВ «Курган – Жозырево» протяжённостью 280 км.

Отличительной особенностью данной линии является то, что она запроектирована и смонтирована на подвесных линейных полимерных изоляторах типа ЛК 70/500-Л-2, ЛК 120/500-Л-2 и ЛК 160/500-Л-2, освоенных в ЗАО «Электросетьинвест+» и ООО «Интеринвестизолятор».

Это была первая линия 500 кВ, смонтированная в ОАО «ФСК ЕЭС» на полимерных кремнийорганических изоляторах.

За период эксплуатации ВЛ 500 кВ Курган – Козырево ОАО «ФСК ЕЭС» с 2008 г. по настоящее время не зафиксировано ни одного случая технологического нарушения по причине перекрытия или повреждения изоляции. Производственно-технические службы строительной организации ОАО «Спецстрой» отметили преимущества полимерных изоляторов по сравнению со стеклянными:

а) транспортирование полимерных изоляторов в десятки раз дешевле, чем стеклянных. В один железнодорожный вагон входит стеклянных гирлянд 220 кВ — 360 шт., а полимерных — 2000 шт.;

б) сборка гирлянды из полимерных изоляторов на земле требует в 10 – 12 раз меньше трудозатрат и времени (по данным ООО «Промстрой»);

в) упрощается доставка изоляторов на участки монтируемой трассы (особенно в труднодоступные районы);

г) исключается необходимость производить трудоёмкую работу по замене разрушенных стеклянных тарелок в гирляндах, возникающая как при производстве строительно-монтажных ра-

бот, так и в период дальнейшей эксплуатации;

д) полимерные изоляторы практически исключают проблему вандализма. Проведённые испытания в Мосэнерго подтвердили, что даже при прямом попадании в рёбра оболочки изолятора электрическая прочность не теряется.

При сравнении стоимости на объекте ВЛ-500 кВ «ВОСХОД-ВИТЯЗЬ» протяжённостью 153,5 км поддерживающая гирлянда в полимерном исполнении стоит 8126 руб. (без НДС), а аналогичная гирлянда из 27 тарелок ПС 210 стоит 24 699 руб. (без НДС), т. е. в 3 раза дешевле. В натяжных гирляндах — в 5 раз дешевле. Применение полимерных изоляторов позволит достичь экономии в 97 млн руб. На каждые 100 км линии электропередачи 500 кВ экономится 64,7 млн руб.

Если учесть, что в ПАО «ФСК ЕЭС» строятся одновременно десятки ВЛ напряжением 220 и 500 кВ, то эффективность применения полимерной изоляции может достигать более миллиарда рублей в год.

Однако при всех преимуществах линейных полимерных изоляторов в ФСК ЕЭС наблюдается чрезмерно низкий процент их применения (около 2 %).

По данным Департамента воздушных линий ФСК ЕЭС на первое полугодие 2012 г. находились в эксплуатации на линиях 220 и 500 кВ:

а) стеклянные гирлянды (из расчёта 15 шт. в гирлянде для стекла и фарфора) — 2 217 000 шт.;

б) фарфоровых гирлянд — 64 850 шт.;

в) полимерных изоляторов — 41 560 шт.

Что мешает применять не стеклянные изоляторы, а полимерные, которые надёжнее, долговечнее и дешевле?

Почему не разработать программу по замене фарфоровых и частично стеклянных изоляторов на полимерные?

В заключение хотелось бы сообщить, что на конец 2012 г. в РФ в эксплуатации находились более 2,2 млн км линий электропередачи: в МРСК — 2,1 млн км напряжением до 110 кВ включительно, в ФСК — более 132 тыс. км напряжением 220 кВ и выше.

Основная часть эксплуатируемых в настоящее время ВЛ была введена в строй в 60 – 70 годы прошлого столетия в период бурного развития энергетики страны и их доля со сроками службы более 40 лет неуклонно растёт.

Старение ВЛ вызвано не столько повреждением опор и фундаментов, а участвовавшими случаями повреждения изоляции из-за отслуживших свой нормативный срок традиционных изоляторов из стекла и фарфора, а также участвовавшими случаями актов вандализма на ЛЭП.

Не менее важным вопросом в части реализации проектов ПАО «Россети» является совершенно неудовлетворительная система производства строительных работ компании. Система тендеров работает плохо, не все серьёзные строительные организации допускаются к участию в тендерах, широко используется избирательность.

И, самое главное, несмотря на колоссальные объёмы сетевых работ, до сих пор не созданы специальные крупные строительные подразделения, хорошо оснащённые современной техникой. Данные подразделения должны работать в регионах (Западная Сибирь, восток страны, центр и т. д.).

Строительная структура, обеспечивающая сооружение сетевых объектов, требует особого и внимательного рассмотрения и решения.

Вопросы, затронутые в статье, представляют только часть из перечня проблем, которые следует решать в российской электроэнергетике. Совет ве-

теранов министерства энергетики РФ постоянно поднимает их при обсуждении ситуации, складывающейся в энергетике страны на ежегодных встречах с Министром энергетики РФ и другими руководителями министерства. Большинство предложений Совета ветеранов министерством поддерживается и принимаются.

Также по вопросам увеличения надёжности и перспектив развития отрасли Совет ветеранов Министерства энергетики РФ находится во взаимодействии с Комитетом по энергетике Государственной думы. Проблемы, поднимаемые Советом, находят полное взаимопонимание и поддержку.

К сожалению, исполнение принятых предложений, происходит очень медленно.

Тем не менее, хотелось бы ещё раз поднять наиболее важные проблемы — о роли как топливных, так и гидроресурсов Сибири, о необходимости уже сегодня решать вопросы, не только с вводом новых мощностей в Сибири, но и с транзитом электрической энергии из Сибири в центральный регион России, о внедрении уже имеющихся, готовых новых технологий, как, например, полимерная изоляция.

Совет ветеранов Министерства энергетики РФ подготовил и направил в адрес Научно-технического совета ПАО «Россети» и Министерства энергетики РФ очередную записку с предложениями и надеется на их конкретное рассмотрение. Также хотелось бы услышать предложения и мнения постоянных читателей журнала «Энергетик».

**СЕМЁНОВ А. Н., заместитель  
министра энергетики  
и электрификации СССР  
(1977 – 1992 гг.),**

**Председатель Совета ветеранов  
Министерства энергетики РФ,  
Москва**