

### Влияние Великой Отечественной войны на развитие советской энергетики

**ГВОЗДЕЦКИЙ В. Л., канд. техн. наук, БУДРЕЙКО Е. Н., канд. хим. наук**  
Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН  
125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14  
gvzdetskij@inbox.ru, budrejko@inbox.ru

Рассмотрены новые технические решения в проектировании, сооружении и эксплуатации энергетических объектов, обеспечившие в годы войны ускоренное восстановление и ввод в строй энергетических объектов, в том числе блочный метод строительства, восстановление барабанов парогенераторов с помощью сварки, восстановление линий электропередачи под напряжением. Описан вклад выдающихся энергетиков военного времени в ускоренное наращивание потенциала отрасли. Анализ производственно-инженерного рывка энергетики приведён в широком социально-политическом контексте.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** теплоэнергетика, энергосистема, ЛЭП, энергопоезда, электрозаграждения, блочный метод строительства, проектирование электростанций, восстановление энергетического хозяйства.

**З**апросы войны всегда стимулировали развитие научной и инженерно-технической мысли. Прежде всего, это относится к вооружению и военной технике. Но не только. Активизация творческого начала в условиях военного противостояния характерна для всех видов транспорта, машиностроения, горно-металлургической, химической промышленности и энергетики как важнейшего фактора развития мобилизационной экономики. Зависимость оборонно-промышленного комплекса от уровня и темпов роста энергетического потенциала проявилась и в годы Великой Отечественной войны.

Как же реально необходимость отражения фашистской агрессии повлияла на развитие советской энергетики? Обратимся к опыту строительства Челябинской ТЭЦ (ЧТЭЦ) — примеру возведения энергетического объекта в условиях военного времени.

Неоднократно менявшийся проект станции и затянувшаяся подготовка к её сооружению относятся ко второй половине 30-х годов. Несколько раз пересматривались смета финансирования, необходимые объёмы материальных и трудовых ресурсов, график проведения работ.

Ситуация на строительстве ЧТЭЦ резко изменилась после начала войны. План превращения Урала в главную промышленную кузницу победы внёс радикальные коррективы в программы развития региона и его энергетической базы. Директива XVIII съезда ВКП(б)

о мощностном пределе электростанций утратила силу. 7 июля 1941 г. Наркомат электростанций принял решение об увеличении мощности Челябинской ТЭЦ до 100 МВт с доведением её в перспективе до 150 МВт. Это принципиальное изменение вытекало из принятого 9 июля Государственным комитетом обороны (ГКО) судьбоносного для советской энергетики решения о развитии отрасли на Урале. Уже на следующий день челябинский горком принял постановление об ускорении возведения станции.

Организационные и инженерно-технические аспекты намечавшегося строительного рывка опирались на принятый в июле 1941 г. Наркоматом электростанций пакет положений о задачах и методах энергетического развития в условиях военного времени. Руководство ведомства утвердило и довело до всех электростанций, проектных, строительных, монтажных, наладочных и научных организаций нормативные документы, регламентировавшие в новых условиях вопросы проектирования и строительства энергетических объектов. Важнейшим из них был циркуляр «Основные мероприятия по сокращению объёма работ и ускорению строительства и пуска электростанций в особых условиях». Документ предусматривал необходимые мероприятия по упрощению проектов применительно к ТЭС, находившимся в процессе строительства и монтажа, по всему комплексу их теплотехнической и

электрической частей — котельной, машинному залу, топливному хозяйству, золоудалению, химводоочистке и т. п. [1].

Сразу же после решения ГКО из Теплоэнергопроекта, сотрудники которого во главе с Владимиром Александровичем Радцигом с самого начала «вели» ЧТЭЦ, в город прибыла бригада высококвалифицированных проектировщиков. Получив неограниченные полномочия, они на месте сформулировали главные принципы проектирования энергетических объектов в условиях военного времени. Их суть заключалась в оптимизации проектных изысканий и их совмещении со строительным циклом.

В целях сокращения объёма проектирования отказались от трёх стадий проекта (проектное задание — технический проект — рабочие чертежи) и перешли на двухстадийную схему (расширенное проектное задание — рабочие чертежи). На подготовку расширенного проектного задания при новой организации работ затрачивалось 25–30 дней вместо 6–8 месяцев. На разработку рабочих чертежей уходило в 2–3 раза меньше времени.

По воспоминаниям назначенного в январе 1942 г. наркомом электростанций Дмитрия Георгиевича Жимерина: «Проектные организации совместно со строителями и монтажниками проделали огромную по объёму и технически сложную работу по восстановлению и реконструкции паровых котлов, турбоагрегатов, гидротурбин, трансформаторов и другого энергетического оборудования. Задача заключалась не только в использовании эвакуированного оборудования, но, главным образом, в его доукомплектовании и приспособлении для работы в других условиях. Наибольшей реконструкции подвергались паровые котлы, которые на месте их прежней установки работали на других видах углей.

...Поскольку основные заводы энергетического оборудования — Харьковский и Ленинградский по производству турбин, Таганрогский и Подольский по выпуску котлов, «Электросила» по производству генераторов — не могли обеспечить электростанции новым оборудованием или дать недостающие его части, работа по доукомплектованию была проделана на монтажных площадках. Коллективы строительного-монтажных организаций провели в тот период большую работу по изготовлению недостающих частей и деталей энергооборудования, прибывшего из оккупированных районов» [2].

Воспоминания Д. Г. Жимерина в полной мере отражают положение дел и на Челябинской ТЭЦ. Оборудование на стройплощадку доставляли со Сталинградской ГРЭС, ТЭЦ № 12 («Фрунзенская») Мосэнерго, Несветай-ГРЭС

и других станций. При этом агрегаты поступали разукомплектованными: что-то не успели вывезти, что-то потерялось в дороге. Уже по прибытии оборудование, главным образом котельное, комплектовали из разрозненных деталей и блоков. Отсутствующие комплекующие изготавливали непосредственно на монтажном участке.

В середине декабря накал работ на ЧТЭЦ достиг предела. В соответствии с военно-хозяйственным планом обороны страны на IV квартал пуск теплоэлектроцентрали намечался на конец года. Рабочие, превозмогая усталость, сутками не покидали станцию. Для ускорения работ на стройку перебросили дополнительную технику и рабочую силу. Станционная территория превратилась в огромный человеческий муравейник. Здесь дневали и ночевали руководители Уральской энергосистемы во главе с её управляющим Иваном Ильичом Бондаревым, первые лица наркомата, прежде заместитель наркома по строительству И. И. Дмитриев, ответственные работники обкома и горкома партии, в том числе первый секретарь областного комитета Николай Семёнович Патоличев.

Наиболее сложным оборудованием с точки зрения сроков его монтажа и наладки были котлоагрегаты. Круглосуточно на монтажных площадках велись изыскания по ускорению их сборки. В результате родился и впервые был применён в СССР новый, так называемый блочный, метод установки и наладки оборудования. Вскоре он получил всеобщее распространение и стал главным технологическим ресурсом в строительстве, как энергетических объектов, так и предприятий других отраслей. Авторы блочного метода были удостоены Сталинской премии. Благодаря изобретению новой технологии сроки монтажа и наладки оборудования резко сократились: для парогенераторов — со 190 до 65–75 дней, а для турбин — с 40–90 (в зависимости от мощности) до 25–40 дней [3].

Сущность новой монтажно-строительной технологии заключается в следующем.

1. Весь котельный агрегат предварительно разбирается на ряд узлов, блоков, собираемых из отдельных элементов оборудования котла. Сборка блоков производится не последовательно, а параллельно, что сэкономило много времени по сравнению с индивидуальной сборкой, при которой возможно только последовательное проведение работ.

2. Сборка блоков выносится за пределы фундамента котлоагрегата и даже за пределы здания котельной. Таким образом, появилась возможность одновременно с работами по сборке блоков проводить строительные работы по фундаментам котла, зданию

котельной и пр., что позволило сократить общее время строительства электрической станции за счёт совмещения строительных и монтажных работ.

3. Производство сборочных работ на открытой большой площадке допускает широкое применение механизации подъёмно-транспортных работ: железнодорожных и гусеничных кранов, железнодорожного и тракторного транспорта и пр., что весьма затруднено при монтажных работах непосредственно в котельной, на фундаменте котла. Известно, что до 60 % трудозатрат на монтаже котла нужно отнести на счёт подъёмно-транспортных работ, поэтому следует сделать вывод, что широкая механизация данных работ даёт значительный выигрыш времени и трудозатрат.

4. Перенесение большей части сборочных операций с фундамента котла на сборочную площадку позволило производить обмуровочные работы блоков котла. До 35 % обмуровки на строительстве Челябинской ТЭЦ укладывалось в блоки до установки их на фундамент котла. Облегчение и упрощение ведения этого вида работ внизу на площадке очевидно, ибо простота горизонтального транспорта, отсутствие вертикального транспорта большого количества обмуровочных материалов, удобство работ для самих обмуровщиков значительно сокращали время, потребное для обмуровочных работ.

5. Сборка отдельных элементов котла в блоки при помощи кранов на просторной сборочной площадке значительно приближает труд монтажников к условиям заводской, цеховой сборки, тем самым резко повышая производительность труда монтажников [4].

Кроме блочного метода, можно называть и другие инженерно-технические решения, разработанные и внедрённые в ответ на условия войны. Они базировались на двух главных принципах. Во-первых, работы должны были вестись комплексно, охватывая все звенья энергетического хозяйства — от генерирующего источника до потребителя. Во-вторых, при монтаже первоочередных, то есть наименее повреждённых агрегатов, использовать части любых других машин, которые также подлежали восстановлению, но позже. Это решение, с одной стороны, ускоряло ввод оборудования, но с другой, вело к его разукомплектации. В целях предотвращения в будущем замедления темпов введения в строй оборудования проводилась его инвентаризация с составлением графиков изготовления недостающих частей. Заказы на их производство размещали среди энергомашиностроительных заводов и ремонтных мастерских энергосистем.

Восстановление первых агрегатов из частей разных машин нашло широкое применение на электростанциях всех энергосистем. Так, при восстановлении паровых турбин и генераторов использовались от других турбоагрегатов конденсаторы, крышки, арматура, масляные и циркуляционные насосы, защита и приборы. При восстановлении котельных цехов за основу брался наиболее здоровый котёл, в первую очередь из тех, у которых был цел барабан. Остальные части котла — поверхность нагрева и вспомогательное оборудование, если оно было выведено из строя, заменялось снятыми с других котлов.

При восстановлении электрической части электростанции или подстанции в широких пределах допускалось сокращение и упрощение измерительной и релейной (защитной) аппаратуры. Схемы электрических соединений в целях экономии кабеля, медных шин и провода выполнялись в простейшем виде, при условии, если они могли выполнять одну функцию — передавать бесперебойно электроэнергию. Первые генераторы и трансформаторы электростанций и подстанций на многих электростанциях были пущены без масляных выключателей, на разъединителях.

Максимально гибко использовалось оборудование, которое сохранилось на ЛЭП и понизительных подстанциях. Для воздушных линий применялись имевшиеся в наличии провода любого сечения и из любого материала. При параллельном расположении линий передачи высокого напряжения провода на отдельных участках подвешивались на опорах как одной, так и другой линии, в зависимости от того, где сохранились опоры. В экстремальных условиях военного времени были разработаны и внедрены в практику новые технические решения, облегчившие ввод в эксплуатацию перемещённого или разрушенного оборудования. Так, было предложено заменить зубчатую передачу в системе регулирования паровых турбин на гидродинамическую, более надёжную и не требующую дефицитной бронзы. Эта система регулирования была впоследствии широко внедрена и на вновь выпускаемых паровых турбинах.

Для паровых котлов был разработан и осуществлён новый способ сепарирования пара, так называемый ступенчатый, который позволял увеличивать нагрузку котла, не опасаясь заноса воды на лопатки турбин. Ступенчатое сепарирование и его модификации с этого времени стали применять на новых парогенераторах.

Впервые в мировой практике в процессе восстановления осуществлена сварка повреждённых взрывами барабанов котлов. До этого части барабана — святая святых котла — соединя-

лись только клёпкой. А теперь, после взрыва, нарушившего структуру металла, сваривались целые заплаты.

Первый опыт по сварке барабанов провели на Краснодарской ГРЭС, где на пробоину наложили металлическую заплату и тщательно её приварили. Испытания и контроль сварного шва подтвердили правильность решения о сварке барабанов. В последующем сварку повреждённых барабанов стали проводить в широких масштабах. Лишь с 1943 по 1945 г. этим методом восстановлены 90 из 130 подорванных барабанов. Применение сварки барабанов определило быстроту, с которой проводили восстановление тепловых электростанций Советского Союза.

Применение сварки при восстановлении барабанов — лишь один из примеров оригинальных решений проведения ускоренного ремонта парогенераторов. Д. Г. Жимерин вспоминает другой эпизод: «На Зуевской ГРЭС фашисты при отступлении подорвали фронтальные колонны каркасов одиннадцати паровых котлов, в результате парогенераторы вместе со всей трубной частью наклонились вперёд... Требовался полный их демонтаж. Однако инженеры и мастера Зуевской ГРЭС нашли способ сохранить котлоагрегаты. Старший котельный мастер И. А. Ефремов предложил, на первый взгляд, невероятный способ восстановления — мощными домкратами, подведёнными под колонны котла, поднять его вместе с трубной частью и вместо повреждённых участков ввести новые. Он доказывал, что каркасы выпрямятся, и котлы будут работать. Были и скептики, которые говорили, что если даже будут найдены такие домкраты, которые не только поднимут многие сотни тонн, но и преодолению сопротивления деформированных конструкций, то котёл опасно вводить в работу — могут быть серьёзные аварии. Наркомат одобрил идею И. А. Ефремова, котлы восстановили, и Зуевка вновь встала в строй, оказав решающее влияние на восстановление индустриального Донбасса» [5].

В военные годы впервые применили метод ремонта линий электропередачи под напряжением без отключения потребителей. Тогда же была разработана система повторного включения линий при их выключении от незначительных повреждений: удар молнии, сильный ветер, короткое замыкание от упавших веток и т. п. Автоматическое включение осуществлялось с помощью автомата повторного включения (АПВ), разработанного талантливым учёным, инженером, изобретателем Иваном Аркадьевичем Сыромятниковым.

Электроэнергетика не только обеспечивала создание военно-технического потенциала, но и сама участвовала

в борьбе с врагом. Речь идёт о системе электрических заграждений. Впервые они были разработаны и установлены специалистами электролаборатории Ленэнерго. Заграждения имели большое стратегическое значение, перекрывая дорогу на г. Пушкин. Такую же линию электрозаграждений смонтировали и на севере, на границе с Финляндией.

Наибольший эффект от применения электрозаграждений был получен в районе деревни Телези недалеко от Пулкова. Бригада из пяти человек во главе с А. И. Романовым смонтировала протянувшиеся на километр вдоль линии фронта электрозаграждения, которые состояли из забитых в землю металлических стержней и соединявших их подземных кабелей. В расположенной недалеко землянке энергетики установили электрическую аппаратуру, с помощью которой подавалось напряжение 2 кВ от здесь же находившегося понижающего трансформатора, подключённого к линии электропередачи 10 кВ.

Ранним августовским утром 1941 г. немецким командованием был поднят в атаку батальон пехоты. Фашисты бежали по влажной земле в сапогах с металлическими подковами. А. И. Романов включил рубильник, подав в систему электрический ток. На площади в 1000 м<sup>2</sup> появилось высокое шаговое напряжение. Ни огня, ни стрельбы с советской стороны не было, но более 500 солдат и офицеров противника остались лежать на земле. Немцы подняли в атаку второй батальон — тот же результат: гитлеровцы, громко вскрикнув, падают, словно подкошенные.

В течение нескольких дней группа А. И. Романова сдерживала наступление крупных фашистских формирований. Наконец, установив, что солдаты погибли в результате поражения электрическим током, враг открыл шквальный огонь по всей площади, защищённой электрозаграждениями. Все пять энергетиков погибли. Посмертно они были удостоены высоких правительственных наград. Аналогичные системы электрозаграждений были смонтированы поздней осенью 1941 г. на Можайско-истринском оборонительном рубеже под Москвой.

Большую роль в восстановлении энергетического потенциала сыграли энергопоезда. Они выполняли функции небольших мобильных электростанций. В качестве парогенераторов использовали паровозы. Турбоагрегат и конденсатор к турбине монтировались на отдельных железнодорожных платформах, распределительное электрическое устройство со щитом управления и жилые помещения размещались в двух крытых вагонах. В течение 1943 – 1944 гг. было создано 19 энер-

гопоездов суммарной мощностью 21 тыс. кВт. За это же время они выработали 15,5 млн кВт · ч электроэнергии. Установленная мощность железнодорожных ТЭС составляла 750; 1,2 тыс. и 1,5 тыс. кВт. «Турбинная и электрическая часть таких станций, — вспоминает крупнейший энергостроитель Фёдор Васильевич Сапожников, — комплектовалась оборудованием с небольших заводских электростанций, а источником пара для турбин служили паровозы серии ФД» [6].

Первый поезд обеспечивал электроэнергией Сталинград. Вслед за ним передвижная энергетика обслуживала города Ростов, Харьков, Киев, Севастополь, районы Донбасса и Кривого Рога. Два энергопоезда были отправлены в Крымский район, три — в Белорусскую ССР и пять — в Латвийскую, Литовскую и Эстонскую ССР. Для ввода в действие энергопоезда требовалось от двух до четырёх недель — ничтожный срок по сравнению с временем, уходившим на восстановление и пуск стационарных электростанций. Энергия поездов шла на освещение, подачу воды в жилые помещения, её откачку из затопленных шахт, проведение восстановительных работ в сфере городского хозяйства. После восстановления электростанций энергопоезда передвигались в другие районы.

Проектные и конструкторско-технологические новшества, применённые при восстановлении отрасли, позволили значительно сократить нормативные сроки ввода в эксплуатацию электростанций, ЛЭП и вспомогательного оборудования. Научно-технические достижения военных лет содействовали успешному выполнению плановых заданий четвёртой пятилетки (1946 – 1950), восстановлению и развитию народного хозяйства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трёмбовля В. И. Огненные годы советских энергетиков // Энергетик. 2005. № 5. С. 2 – 9.
2. Жимерин Д. Г. История электрификации СССР. — М.: Изд-во социально-экономической литературы, 1962.
3. Гвоздецкий В. Л. Дмитрий Георгиевич Жимерин. — М.: Энергоатомиздат, 2006.
4. Гончаров С. П. Скоростной монтаж крупных котельных агрегатов на Челябинской ТЭЦ // Электрические станции. 1946. № 4, 5. С. 5 – 9.
5. Жимерин Д. Г. Вся жизнь в энергетике // Электрификация России. Воспоминания старейших энергетиков. — М.: Энергоатомиздат, 1984. С. 5 – 32.
6. Сапожников Ф. В., Корсун Ю. Н. Теплоэнергетическое строительство // Электроэнергетика. Сер. «Строители России. XX век». — М.: Мастер, 2003. С. 162 – 190.