

БОЛЬШАЯ ЭНЕРГЕТИКА СТРАНЫ НАЧИНАЛАСЬ НА ВИТЕБЩИНЕ

Впервые в Витебск электричество пришло в конце XIX века, когда в 1897 году в городе была построена первая электростанция постоянного тока мощностью 425 кВт. За сто с лишним лет энергосистема сделала огромный шаг вперед: от первой электростанции – до блока-гиганта 300 МВт Лукомльской ГРЭС, от торфа и угля – к мазуту и газу, от деревянных одностоечных опор – к унифицированным железобетонным опорам, от максимальной токовой защиты – к микропроцессорным терминалам защиты и управления.

Мы гордимся тем, что именно на нашей земле был заложен первый кирпич в фундамент пущенной в эксплуатацию в 1930 году Белорусской ГРЭС – станции, которая стала символом рождения большой энергетики всей страны. Поражает мужество и целеустремленность людей, возводивших БелГРЭС. Несмотря на тяжелые, изнурительные условия труда, когда основной объем работ выполнялся вручную, крупнейшая в довоенный период электростанция была построена за короткие сроки. Здесь постигали азы профессии будущие специалисты-энергетики, внесшие значительный вклад в развитие всей отрасли.

Примерно в середине 1960-х годов в республике стал ощущаться сильный энергодефицит и, как следствие, начался поиск путей выхода из положения. А он был только один – наращивать мощности. Так было принято решение о строительстве

на берегу большого Лукомльского озера новой электростанции – Лукомльской ГРЭС, которую объявили важнейшей комсомольской стройкой. В декабре 1969 года, в День энергетика, первый блок 300 МВт Лукомльской ГРЭС был успешно введен в эксплуатацию, что решило проблему электроснабжения Северо-Западного региона страны.

Сегодня Витебская энергосистема является крупнейшей в стране, ее установленная мощность составляет свыше 40 % от общей мощности всех электростанций Беларуси. Это значит, что почти половина произведенной в республике электроэнергии – наша, витебская. Всего годовая выработка прошлого года составила 15,2 млрд кВт·ч электрической энергии, отпуск тепловой энергии – свыше 5,8 млн Гкал.

Одной из важнейших задач РУП «Витебскэнерго» на современном



П.И. ХАРИТОНОВ,
генеральный директор
РУП «Витебскэнерго»

этапе остается снижение затрат на отпуск электрической и тепловой энергии потребителям, в том числе населению. Для решения этой проблемы ежегодно разрабатывается и выполняется план мероприятий по снижению издержек и повышению эффективности использования материальных и финансовых ресурсов, проводится модернизация оборудования генерирующих источников, направленная на снижение энергоемкости производства.

ОБНОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ

В период с 2006 по 2010 год энергетики Витебщины реализовали ряд крупных проектов, среди которых:

- модернизация энергоблоков № 1, 2, 4 на Лукомльской ГРЭС с суммарным увеличением мощности на 45 МВт;
- замена турбины № 3 мощностью 35 МВт на новую мощностью 40 МВт на Витебской ТЭЦ;
- установка котла, работающего на местных видах топлива (щепы, торф), с паровой турбиной 1,5 МВт на Белорусской ГРЭС;
- ввод в эксплуатацию турбодетандерной установки на Лукомльской ГРЭС (2,5 МВт);



Лукомльская ГРЭС



ОРУ 330 кВ ПС 330 кВ «Витебская»

- реконструкция подстанции 330 кВ «Витебская».

Экономия топлива от внедрения комплекса мероприятий, направленных на повышение экономичности работы оборудования, за этот период составила 246,4 тыс. т у.т.

Ведущая роль в Витебской энергосистеме принадлежит флагману энергетики – Лукомльской ГРЭС. Станция полностью интегрирована в энергетический баланс страны: более половины электроэнергии она передает в соседние области. За последние годы здесь проведены масштабные работы по модернизации, целью которых стало увеличение надежности, экономичности и срока службы основного оборудования. Еще в 2006 году на энергоблоке № 1 ЛГРЭС впервые на постсоветском пространстве была выполнена реконструкция всей проточной части турбины К-300-240-1. В результате мощность блока при прежнем расходе пара увеличилась на 15 МВт и составила 315 МВт. Аналогичная модернизация осуществлена еще на двух энергоблоках (№ 2 и № 4). В этом году ожидается реконструкция станционного блока № 3 с проведением всего комплекса работ.

Разработана и выполняется концепция полной модернизации ОРУ 330 кВ. Проведена модернизация более половины ячеек ОРУ с заменой воздушных выключателей на элегазовые, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения. Ведется замена устройств

релейной защиты и автоматики на устройства на базе микропроцессорной техники. С целью обеспечения надежности электростанции осуществляется секционирование систем шин 330 кВ. Завершение всех работ по модернизации ОРУ 330 кВ Лукомльской ГРЭС запланировано на 2012 год.

В ближайшую пятилетку нас ожидает реализация масштабных и значимых для энергосистемы проектов. Так, в 2013 году намечен ввод ПГУ 400 МВт на Лукомльской ГРЭС, контракт на строительство которой заключен в прошлом году. Парогазовая установка разместится в отдельном здании. Современное оборудование и использование новых технологий позволят получить на установке

удельные расходы топлива в пределах 220 г у.т./кВт·ч.

В текущем году планируется реализация первого этапа проекта «Замена турбоагрегата станционный № 2 Витебской ТЭЦ». Первая очередь строительства предполагает установку нового турбогенератора мощностью 40 МВт на месте демонтируемого, вторая – монтаж в 2015 году газовой турбины мощностью 70 МВт, котла-утилизатора и необходимого вспомогательного оборудования.

Обновление произойдет и на Новополоцкой ТЭЦ. На станции ожидается выведение из эксплуатации морально и физически устаревшего и отработавшего свой ресурс оборудования и ввод в 2014 году новой установки комбинированной выработки ГТУ-70 мощностью 70 МВт с котлом-утилизатором.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

На балансе энергосистемы находятся 212 трансформаторных подстанций напряжением 35–330 кВ и свыше 50 тыс. км электрических сетей всех напряжений. С целью обеспечения надежности электроснабжения потребителей и сокращения эксплуатационных издержек постоянно проводятся работы по модернизации подстанций РУП «Витебскэнерго».

Так, в 2010 году с целью повышения устойчивости и стабильности работы Полоцкого энергоузла за-



Витебская ТЭЦ. Турбинное отделение 2-й очереди. Турбоагрегат ПТ-3540-8.8 ст. № 3

**Белорусская ГРЭС**

кончен второй этап реконструкции подстанции 110 кВ «Районная», главными потребителями которой являются ведущие предприятия региона, среди которых ОАО «Нафтан», завод «Полимир» и ОАО «Полоцк-Стекловолокно».

Стоит отметить, что в ходе реконструкции устанавливалось самое современное оборудование. Так, релейная защита линий 110 кВ выполнена из двух комплексов быстродействующих защит, созданных на базе цифровых реле шведской фирмы АВВ. На данных цифровых терминалах реализованы функции защиты от всевозможных одно- и многократных коротких замыканий на линии, от перегрузок и неполнофазного режима, а также используются функции трехфазного автоматического повторного включения.

С установкой нового современного оборудования удалось снизить расходы на собственные нужды подстанции на 147 694 кВт·ч/год вследствие снижения расхода электроэнергии на обогрев приводов и баков выключателей 110 кВ, а также здания оперативного пункта управления ПС. Реконструкция подстанции «Районная» позволила повысить надежность работы электрооборудования и электроснабжения потребителей, обеспечить безопасность персонала при обслуживании сложного технологического оборудования, снизить эксплуатационные расходы на выполнение ремонтов выключателей (текущие, средние,

капитальные), а главное – уменьшить количество отказов в работе подстанции.

В 2009 году для электроснабжения строящегося в Полоцке жилого микрорайона возведена современная компактная подстанция модульного типа 110 кВ «Аэропорт».

На протяжении последних лет были проведены значительные работы по реконструкции с заменой высоковольтного оборудования на подстанции 330 кВ «Витебская». Это одна из важнейших ПС 330 кВ в Белорусской энергосистеме. Она обеспечивает питание электроэнергией г. Витебска и близлежащих районов и выполняет функции связующего звена в работе энергосистем Беларуси и России.

В 2009–2010 годах в ходе модернизации подстанции 110/35/10/6 кВ «Орша-Южная» заменены устаревшие масляные выключатели 110 кВ, 35 кВ марок ММО-1Ю, ВМТ-110, ВМ-35 на современные элегазовые ВЭКТ-110 и ВГБЭ-35. При реконструкции обновлялось не только силовое оборудование. За счет внедрения целого ряда технических решений, отвечающих современным требованиям, были существенно усовершенствованы также релейная защита и автоматика подстанции.

Для повышения надежности и эффективности электроснабжения потребителей в перспективе предусматриваются реконструкция подстанций «Орша-330», продолжение обновления подстанции «Полоцк-

330», а также модернизация подстанций и линий электропередачи напряжением 0,4–110 кВ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В современных условиях постоянного роста цен на энергоресурсы на первый план выходит проблема энергосбережения, рационального и эффективного использования местных топливно-энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии.

Местные виды топлива (МВТ) общедоступны и сравнительно дешевы. Они используются на Белорусской ГРЭС, где введен в эксплуатацию энергоблок в составе турбины мощностью 1,5 МВт и котла, работающего на древесном топливе и торфе на основе современной технологии сжигания топлива в кипящем слое. За три года здесь использовано более 28,3 тыс. т у.т. местных видов топлива. Кроме того, начиная с 2007 года поселок Ореховск обеспечивается теплом в межотопительный период только от котла, работающего на местных ресурсах. За 2010 год на Белорусской ГРЭС использовано 10,5 тыс. т у.т. древесины и торфа, что позволило заместить более 9 млн м³ природного газа.

В планах предприятия – установка дополнительного котла белорусского производителя мощностью 30 т/ч, работающего на местных видах топлива, что позволит свести к минимуму потребление природного газа на станции. Работы по внедрению данного оборудования проводятся в настоящее время.

В рамках программы перевода котельных в мини-ТЭЦ и увеличения объемов потребления МВТ в 2012 году намечен ввод двух мини-ТЭЦ на местных видах топлива на РК «Северная» в г. Витебске и РК «Барань» в г. Орша, работающих на древесной щепе и торфе. Установка генерирующего оборудования на котельных позволит начиная с 2013 года ежегодно замещать на каждой 5,3 тыс. т у.т. природного газа, а также вырабатывать 8,1 млн кВт·ч электрической энергии.

В настоящее время мы целенаправленно заменяем электродомельные котлы, которые отапливают объекты районов электросетей, на котлы, использующие местные виды топлива.

До недавнего времени здания на подстанциях отапливались электродкотлами, что было типовым решением для всех подстанций напряжением 220 кВ и выше. С вводом установки по утилизации тепла на ПС 330 кВ «Оршанская» теплоэнергия трансформаторного масла воздушных охладителей, которая прежде просто выбрасывалась в атмосферу, теперь используется для нужд отопления. Аналогичные установки эксплуатируются на ПС 330 кВ «Витебская» и «Полоцк».

Кроме тепловых электростанций в Витебской энергосистеме работают 7 малых ГЭС общей установленной мощностью 2,532 МВт.

Гидроэнергетические ресурсы имеют большое народнохозяйственное значение. По сравнению с другими они представляют особую ценность, так как являются возобновляемыми. Высокая производительность – важная экономическая составляющая эксплуатации ГЭС. Отсутствие необходимости в топливе и небольшие затраты труда при эксплуатации определяют и низкую себестоимость выработанной электроэнергии. Она значительно дешевле произведенной на крупной тепловой электростанции.

В соответствии с Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь до 2020 года в Придвинском крае предусматривается создание каскада из четырех гидроэлектростанций на самой большой в области реке Западная Двина, потенциал водных ресурсов которой до сих пор не используется в энергетике. Первым этапом работ станет возведение Полоцкой ГЭС мощностью 21 МВт. Пуск станции намечен на 2015 год. В том же году планируется и ввод в эксплуатацию Витебской ГЭС мощностью 40 МВт.

Начиная с 2016 года экономия топлива за счет выработки электрической энергии на гидроэлектростанциях Витебщины составит более 70 тыс. т у.т.

До 2020 года должны быть созданы Бешенковичская и Верхнедвинская ГЭС на реке Западная Двина. Основной задачей Витебского гидроузла является выработка электрической энергии при одновременном улучшении судоходства по реке, увеличении рыбных запасов и создании зон отдыха.



Клястицкая ГЭС

Неукоснительное выполнение требований Директивы № 3 Президента Республики Беларусь – одно из важнейших направлений в работе коллектива РУП «Витебскэнерго» по повышению эффективности энергетического производства. В прошлом году предприятие сэкономило 58 тыс. т у.т., выполнив целевой показатель по энергосбережению на 105,5 %. Таких результатов удалось добиться благодаря активной модернизации оборудования объектов, внедрению высокоэффективных энергосберегающих технологий. В регионе успешно выполнены все запланированные мероприятия, направленные на повышение экономичности работы оборудования станций и котельных, тепловых и электрических сетей.

Развитие энергетики Витебщины, повышение эффективности производства тесно увязаны с комплексной программой модернизации основных производственных фондов. Масштабные проекты, которые реализуются здесь, уже воплотились в солидные цифры экономического эффекта. Избранный путь технического перевооружения и замены отработавшего свой ресурс оборудования позволяет действовать на упреждение, концентрировать ресурсы там, где они важнее всего.

Современная энергетика Беларуси – это труд поколений, 80 лет создававших энергосистему. Мы отдаем долг уважения и признательности

ветеранам отрасли, находящимся на заслуженном отдыхе, и тем, которые продолжают трудиться, передавая свой богатейший жизненный опыт и высочайший профессионализм молодому поколению.

За всеми достижениями и успехами энергосистемы стоят обычные люди, благодаря мастерству, трудолюбию и энтузиазму которых энергетика стала одной из ведущих отраслей народного хозяйства. В связи с 80-летием Белорусской энергосистемы хочу выразить огромную благодарность всем работникам и ветеранам РУП «Витебскэнерго» за их бесценный вклад в становление и развитие энергетического комплекса республики, в надежную и стабильную работу отрасли. Квалифицированные специалисты ежедневно несут непрерывную вахту у пультов электростанций, котельных, диспетчерских пунктов, на строительстве и монтаже объектов, в штабах управления, обеспечивая электрической и тепловой энергией промышленность, транспорт, сельское хозяйство, социальную сферу, создавая комфорт и уют в доме каждого человека. Эти люди являются главным богатством Витебской энергосистемы. И именно благодаря накопленному за десятилетия человеческому потенциалу мы сегодня с уверенностью можем говорить, что коллектив РУП «Витебскэнерго» способен выполнить все стоящие перед ним задачи и реализовать самые масштабные проекты.

ЛУКОМЛЬСКАЯ ГРЭС ОСТАЕТСЯ ФЛАГМАНОМ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Решение о строительстве Ново-Белорусской ГРЭС, которую сегодня все знают как Лукомльскую, было принято постановлением Совета Министров БССР 24 февраля 1962 года. И уже через два года спящий под снежным покровом восточный берег Лукомльского озера разбудил рокот моторов. Начались подготовительные работы по сооружению энергогиганта. Строительство ГРЭС выполнялось в основном строительными и монтажными организациями энергетической отрасли Советского Союза. Генеральным подрядчиком работ стало строительное управление Лукомльской ГРЭС, входящее в систему треста «Белэнергострой».

С.А. КАЗЫРИЦКИЙ,
главный инженер
Лукомльской ГРЭС

Лукомльская государственная районная электростанция проектной мощностью 2 400 МВт входит в состав Белорусской энергосистемы как филиал республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Витебскэнерго». Ее установленная мощность на 1 января 2011 года достигла 2459,5 МВт, что составляет более 30 % мощности энергосистемы. ГРЭС вырабатывает 38 % всей электроэнергии в республике, в межтопительный период доля выработки достигает 64 %.

Согласно проекту на Лукомльской ГРЭС установлено 8 генераторов 300 МВт типа ТВВ-320-2 ЛЭО «Электросила» и 8 турбин мощностью 300 МВт типа К-300-240-1 ЛМЗ, 4 прямоточных двухкорпусных котла типа ТГМП-114 и 4 прямоточных однокорпусных котла типа ТГМП-314

ТКЗ. Производительность всех котлов составляет 950 т/ч, параметры пара сверхкритические (255 ата, 545/545 °С).

В качестве основного топлива в ходе строительства был установлен топочный мазут марки М100. Для его хранения и подготовки к сжиганию сооружено мазутное хозяйство, включающее в себя 26 резервуаров строительной емкостью по 10 000 м³ и 2 резервуара по 20 000 м³ каждый. В период эксплуатации станции были произведены работы по монтажу газопроводов и систем газораспределения и также реконструктивные работы, позволяющие перевести электростанцию на сжигание природного газа. С 1992 года природный газ стал основным видом топлива электростанции, что существенно улучшило экологиче-

скую обстановку воздушного бассейна в зоне расположения ГРЭС. Суммарный выброс в атмосферу вредных веществ от сжигания топлива уменьшился в 12,8 раза.

Выдача электроэнергии в сеть 330 кВ осуществляется по семи линиям электропередачи в направлении городов Минск, Могилев, Витебск, Орша, Борисов, Полоцк и Бобруйск и в сеть 110 кВ по пяти линиям электропередачи в направлении городов Крупки, Чашники, Сенно.

Источником технического водоснабжения ГРЭС служит озеро Лукомльское, которое является четвертым по величине в Беларуси (его площадь составляет 37,7 км²). Схема технического водоснабжения – обратная, с использованием озера в качестве естественного пруда-охладителя.



Монтаж главного корпуса



Монтаж дымовой трубы 2-й очереди

Эффективная эксплуатация Лукомльской ГРЭС на протяжении первых 40 лет – результат огромной работы коллектива по реализации технических решений, направленных на повышение надежности и экономичности оборудования. За прошедшие годы на Лукомльской ГРЭС

много сделано по разработке и внедрению малозатратных мероприятий, которые позволили значительно улучшить технико-экономические показатели эксплуатации основного оборудования. Располагаемая мощность энергоблоков была повышена на 10 % сверх номинальной, что позволило

иметь в часы пика электрических нагрузок порядка 240 МВт дополнительной мощности. Достигнутые высокие маневренные характеристики оборудования и уровень автоматизации технологического процесса позволяли на 91,7 % покрывать переменную часть графика электрической на-

Краткая летопись Лукомльской ТРЭС

Февраль 1964 года – начаты подготовительные работы по сооружению электростанции.

15 декабря 1966 года – заложен фундамент ГРЭС.

22 декабря 1969 года – пущен первый энергоблок мощностью 300 МВт.

8 августа 1970 года – пущен второй энергоблок.

6 декабря 1970 года – введен в эксплуатацию третий энергоблок.

21 сентября 1971 года – пущен четвертый энергоблок, завершено строительство первой очереди электростанции.

1 декабря 1972 года – пущен пятый энергоблок.

9 августа 1973 года – введен в эксплуатацию шестой энергоблок.

15 декабря 1973 года – пущен седьмой энергоблок.

7 августа 1974 года – введен в эксплуатацию восьмой энергоблок, завершено строительство второй очереди ГРЭС.

1992 год – станция переведена на использование природного газа.

24 декабря 1999 года – пущена первая в Республике Беларусь детандергенераторная утилизационная энергоустановка ДГУЭ-5000 мощностью 5 МВт.

2002 год – начата модернизация основного оборудования станции.

13 февраля 2003 года – завершена модернизация блока ст. № 3 с увеличением установленной мощности на 7 МВт.

19 июля 2006 года – завершена модернизация блока ст. № 1 с увеличением установленной мощности на 15 МВт.

31 июля 2006 года – введен в эксплуатацию второй детандергенераторный агрегат УДЭУ-2500 мощностью 2,5 МВт.

29 марта 2008 года – завершена модернизация блока ст. № 2 с увеличением установленной мощности на 15 МВт.

17 мая 2010 года – выполнен второй этап модернизации блока ст. № 4 с увеличением установленной мощности на 15 МВт.

грузки объединенной энергосистемы (ОЭС): при разности максимума и минимума нагрузки всей энергосистемы 1210 МВт на Лукомльской ГРЭС эта разность составляла 1110 МВт.

В 1982 году была достигнута максимальная годовая выработка электрической энергии, которая составила более 15 млрд кВт·ч (40 % от общего производства в республике). В дальнейшем эта цифра начала постепенно снижаться. Уменьшилась и средняя нагрузка блоков. В настоящее время выработка электроэнергии составляет порядка 12–13 млрд кВт·ч, что обусловлено импортом электроэнергии в Республику Беларусь. В период с начала эксплуатации станции до настоящего времени удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию снижен с 354,4 до 312,2 г у.т./кВт·ч.

Большую роль в достижении высокого уровня надежности и экономичности работы станции играли и играют своевременно проводимые качественные ремонты оборудования. Правда, в 1999 году, в новых условиях хозяйствования, возникла необходимость перейти на шестилетний межремонтный период. Однако это не отразилось на качестве ремонтов, которое, как показали результаты испытаний, соответствует нормативно-технической документации. Потребности в их повторном проведении не возникало.

Немаловажное значение для поддержания экономичности работы оборудования имеет высокая степень автоматизации технологических процессов блоков Лукомльской ГРЭС. Не каждая станция может похвастаться надежной работой автоматики в диапазоне нагрузок блоков от 40 до 105 %.

Начиная с 2000 года вновь активизировались работы по модернизации основного оборудования, повышению экономичности и установленной мощности электростанции. Одним из перспективных способов повышения экономичности ГРЭС, альтернативным дросселированию потока газа, стало применение детандергенераторных агрегатов (ДГА), использующих технологический перепад давления природного газа на газораспределительном пункте (ГРП) для производства электроэнергии. Эти установки надежны в работе, легко регулируются, обладают высокой экономичностью. Кроме того, их отличает полное отсутствие вредных выбросов в атмосферу. При установке ДГА необходимо учитывать усложнение и по этой причине снижение надежности схемы подачи газа к котлам. Вместе с тем существует оптимальное соотношение мощностей ДГА и ГРЭС, при котором обеспечивается надежная схема подачи газа к энергетическим котлам. Это соотношение специалистами Лукомльской ГРЭС определено, и их расчеты положены в основу работы с ДГА.

Использование потенциальной энергии природного газа на Лукомльской ГРЭС производится на двух ДГА суммарной установленной мощностью 7,5 МВт. В феврале 2000 года введена в эксплуатацию детандергенераторная утилизационная энергоустановка ДГУЭ-5000 мощностью 5 МВт, в 2006 году – утилизационная детандергенераторная энергетическая установка УДЭУ-2500 мощностью 2,5 МВт. Они составляют турбодетандерную группу оборудования (ТДГО).

Подогрев природного газа в системе ТДГО производится сетевой водой. С целью исключения зави-

симости от температурного графика теплосети города сетевая вода к подогревателям подводится отдельным трубопроводом непосредственно от бойлерных групп тепловой сети электростанции.

В сентябре 2001 года на Лукомльской ГРЭС состоялось республиканское совещание «Энергетическая безопасность Республики Беларусь» с участием Президента страны А.Г. Лукашенко. В соответствии с поручениями Главы государства был разработан План технического перевооружения и реконструкции Лукомльской ГРЭС, который затем одобрен на заседании секции технического совета концерна «Белэнерго» и утвержден президентом концерна Е.С. Мишуком.

Продолжение реконструкции ГРЭС осуществлялось в рамках Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергосистемы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь № 399 от 25 августа 2005 года, которая скорректировала план технического перевооружения Лукомльской ГРЭС на период до 2010 года.

В ходе реализации программы с целью повышения экономичности и надежности основного оборудования в 2003 году на энергоблоке ст. № 3 выполнена модернизация проточной части низкого давления (ЧНД) турбины К-300-240-1 ЛМЗ, которой предусмотрена замена всех рабочих колес и диафрагм, а также ротора низкого давления (РНД). Новый ротор низкого давления – цельнокованый, не имеющий центрального сверления и насадных втулок в зоне концевых уплотнений, по габаритам и весу аналогичен ротору с насадными дисками и не требует дополнительной рекон-



Восстановительный ремонт



Машинный зал турбодетандерной группы оборудования