

**ГНЦ ОАО НПО «ДНИИТМАШ»**

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА  
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АЭУ С  
РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР**



# ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»



## ❑ Номенклатура продукции для АЭС-2006:

- корпус реактора ВВЭР ;
- ВКУ;
- корпус и коллектор парогенератора ПГВ;
- корпус и патрубки ГЦНА;
- трубы и колена ГЦТ



## ❑ Обеспечение технологии изготовления заготовок АЭС:

- разработаны оптимальные режимы выплавки, внепечной обработки,ковки и термической обработки;
- разработаны новые инструкции на предварительную и окончательную термическую обработку и ковку.



## ❑ Освоение новых технологий:

- ковка корпуса ГЦН в сферических бойках;
- свободная ковка труб длиной до 8 900 мм;
- штамповка патрубковых обечаек КР



# ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»



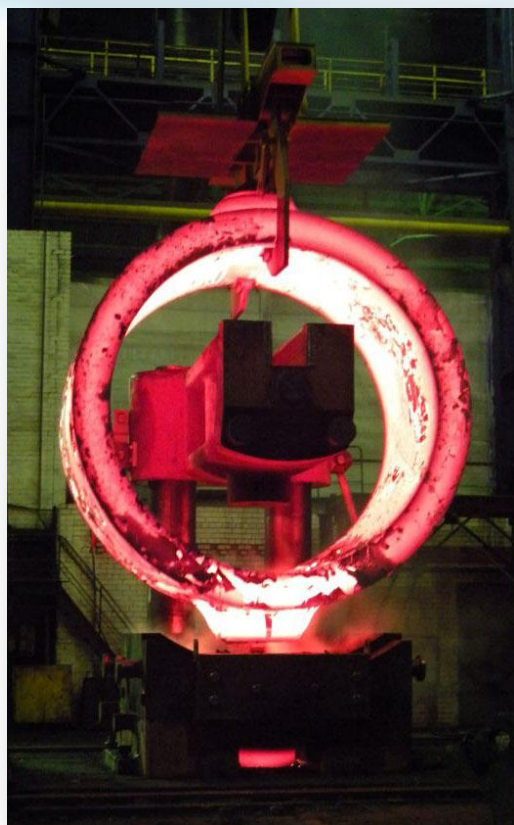
□ В настоящее время в значительной мере взаимодействие по изготовлению оборудования сосредоточено на предприятиях ПАО «ЭМСС», ОАО «ПМЗ» и ОАО «ЗиО Подольск» при непосредственном техническом участии и организационном руководстве ЗАО «АЭМ-технологии».





Освоение технологии изготовления обечаек  
корпуса ВВЭР-1200 с выштамповкой патрубков Ду-850.

ГНЦ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» - ПАО «Энергомашспецсталь»



**Штамповка патрубков**



**Обечайка с отштампованными патрубками**

# ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»

- ❑ На основе применения модернизированных технологий достигнуты высокие качественные показатели выпускаемой продукции, обеспечивающие ей безусловные конкурентные преимущества
- ❑ По откорректированной ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» технологии получено высокое качество заготовок – обечайка активной зоны (нижняя) корпуса реактора Балтийской АЭС
  - содержание серы 0,003%
  - содержание фосфора 0,005%
  - содержание водорода 0,8 ppm
  - содержание кислорода 23 ppm
  - $T_{K0}$  : верх поковки –  $-90^{\circ}\text{C}$ , низ поковки –  $-70^{\circ}\text{C}$

Требования	Содержание элементов, %																	
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	P	Cu	Co	As	Sn	Sb	Al	O ppm		
<b>ТУ 0893-013-001279</b>	0,13-0,18	0,17-0,37	0,30-0,60	1,8-2,3	1,0-1,5	0,50-0,70	0,10-0,12	не более										
<b>Ср. плавочный</b>	0,15	0,31	0,42	1,91	1,08	0,52	0,10	0,003	0,005	0,02	0,01	0,002	0,002	0,0009	0,008			
<b>поковка № 15-1506 Верх/низ</b>	0,13 0,14	0,30 0,31	0,41 0,43	1,93 1,94	1,08 1,09	0,52 0,52	0,10 0,10	0,004 0,004	0,005 0,005	0,02 0,02	0,01 0,01	0,002 0,002	0,002 0,002	0,0009 0,0009	0,005 0,003	27 23		



# Освоение производства биметаллических труб Ду850 для трубопровода ГЦТ

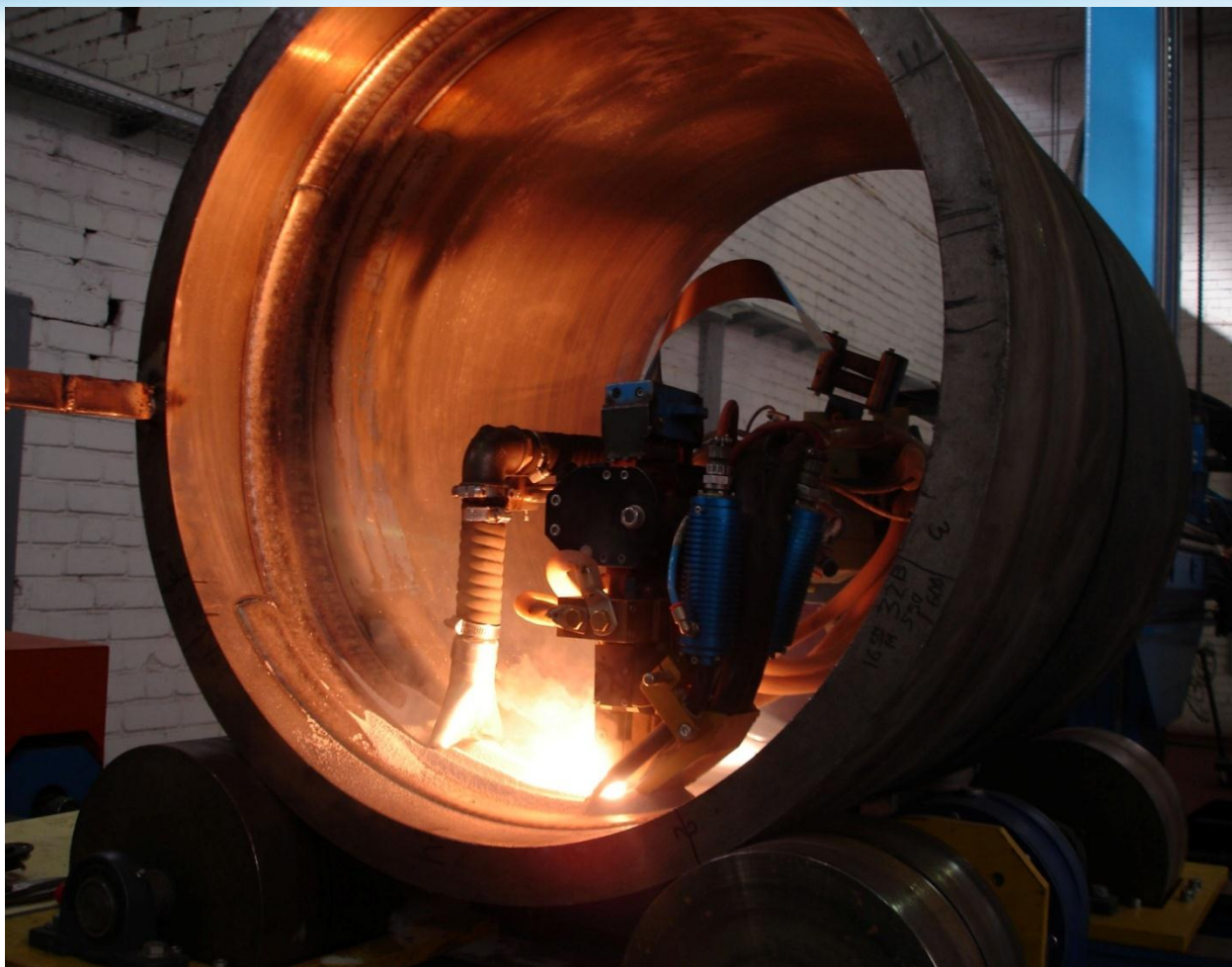


**Характеристики  
трубы:**

**диаметр –  
850 и 990мм;**

**длина –  
4500 и 8500мм**

**Работы ведутся  
на ОАО ПЗМ**



# Освоение изготовления колен ГЦТ Ду850



Штампованное колено ГЦТ

«ЦНИИТМАШ»-  
«ЭМСС»-«ПМЗ»-  
Технология  
штамповки  
освоена на  
“ЭМСС”



## ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» :



- ❑ Накоплен большой опытом производства с конструкторским технологическим и материаловедческим сопровождением изготовления более 40 блоков АЭУ с реакторами типа ВВЭР 1000;

- ❑ Особый статус ДЦИ: **точно в срок ;**

**высокое качество;**

В отдельных случаях требуется запуск в производство оборудования еще до начала строительства самого объекта. Например корпус реактора АЭС, изготовление которого составляет 30-32 недели.

- ❑ Проект ВВЭР-ТОИ предусматривает 40 недель от первого бетона до физического пуска АЭУ.



# Новый дизайн и новое качество в проекте ВВЭР ТОИ



ВВЭР



ТОИ4



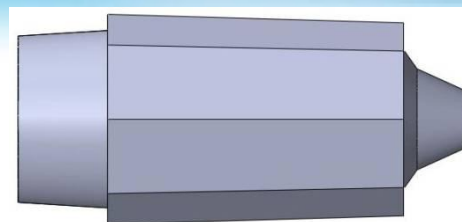
ТОИ3

- ❑ Изготовление всей конструкции из одной стали типа 15X2НМФАА нового уровня качества обеспечивает:
  - высокую технологичность на всех этапах изготовления и монтажа;
  - высокую однородность химического состава и чистоту металла;
  - низкую дисперсию свойств изделия;
  - обеспечение значения  $T_{K0}$  до  $-50^{\circ}\text{C}$
  - обеспечение значения  $\Delta T_f$  (до  $60^{\circ}\text{C}$ ), и  $\Delta T_T$  (до  $0^{\circ}\text{C}$ ) к концу расчетного срока эксплуатации;
  - возможность применения новых методик и технологий контроля в процессе изготовления и эксплуатации;
  - высокий уровень свойств сварных соединений.

- ❑ Совокупность этих преимуществ, характерных только для 3-х шовной конструкции корпуса реактора, позволит обеспечить проекту ВВЭР ТОИ(3) необходимый комплекс конкурентных преимуществ: меньшая стоимость изготовления и эксплуатации, меньшая продолжительность изготовления и большая надежность.

Эффект, %	ВВЭР	ТОИ4	ТОИ3
Снижение металлоемкости	0	19	27
Сокращение цикла изготовления	0	10	25
Снижение затрат	0	20	31

# Новая технология изготовления элементов патрубковой зоны

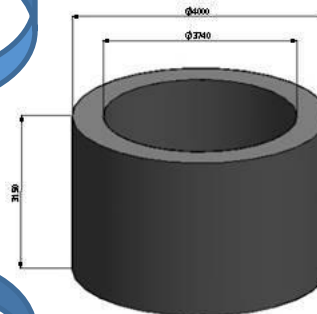
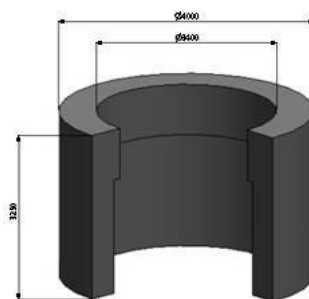


Слиток

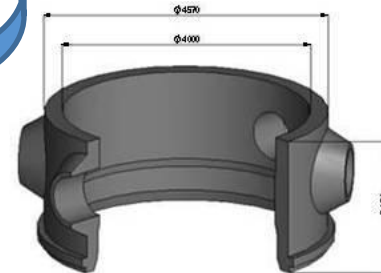
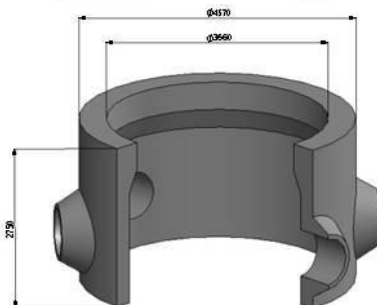
Верхняя обечайка	Нижняя обечайка
Материал – сталь 15Х2НМФА-А	
Масса поковки, т	
около 200	около 210
Основные операции изготовления	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- выплавка слитка;</li> <li>- биллетировка слитка, вырубка блока;</li> <li>- осадка блока, прошивка;</li> <li>- предварительная раскатка;</li> <li>- протяжка на оправке;</li> <li>- раскатка окончательная;</li> <li>- мех.обработка заготовки под штамповку;</li> <li>- штамповка 4-х патрубков.</li> </ul>	
<p>Для штамповки патрубков на обечайках патрубковых зон корпусов реакторов ВВЭР (АЭС-2006) и ВВЭР (ТОИ) будет спроектировано и изготовлено универсальное штамповочное устройство.</p>	

Верхняя обечайка

Нижняя обечайка



Поковка

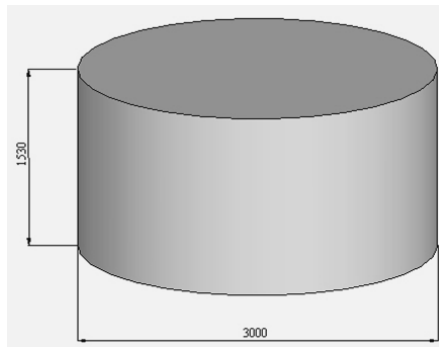


Заготовка после штамповки и мех.обработки

# Принципиально новая технология изготовления днища



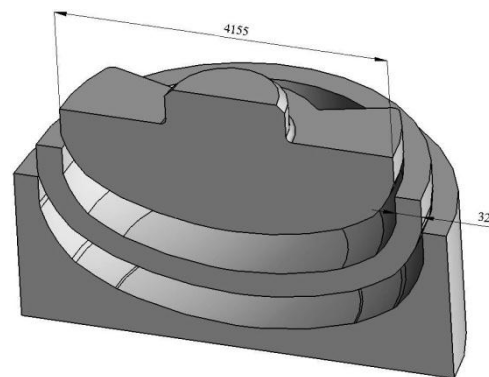
Исходная заготовка



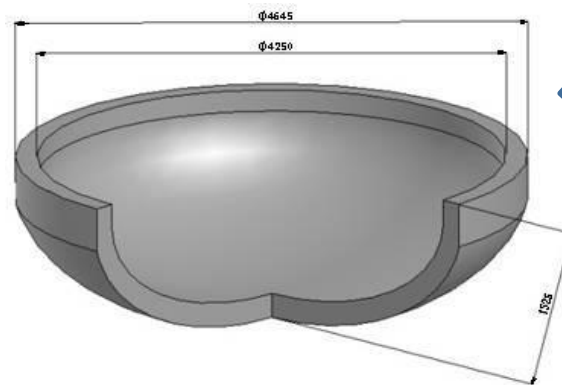
**Материал – сталь 15Х2НМФА**  
**Масса поковки – около 85 тонн**

**Основные операции изготовления крышки:**

- выплавка слитка;
- биллетировка слитка, вырубка блока;
- осадка блока на  $\text{Ø}3000 \times 1530$ ;
- секционная ковка-штамповка (три-четыре перехода).



Заготовка после штамповки



Заготовка после мех.обработки



# ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»



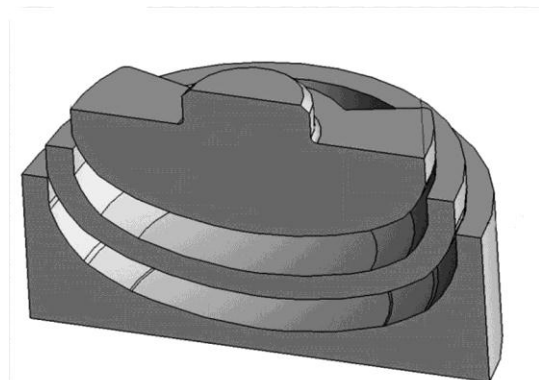
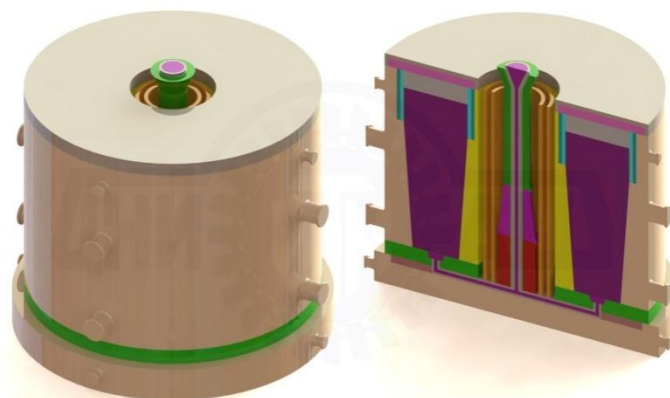
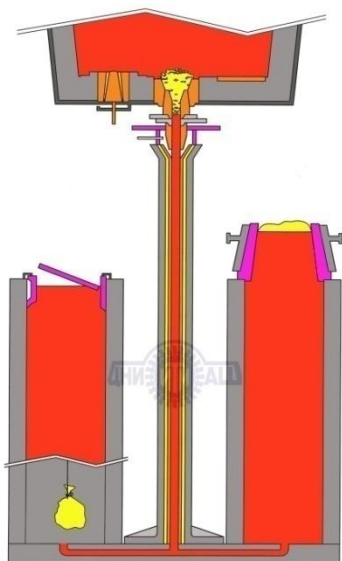
В порядке подготовки и освоения производства изделий проекта ВВЭР ТОИ на ПАО «ЭМСС», ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» и ЗАО «АЭМ-технологии» изготовили и проводят исследования модели удлиненной обечайки активной зоны (нижней) высотой 6 300 мм





## Работы по совершенствованию (оптимизации) технологии и улучшению ТЭП:

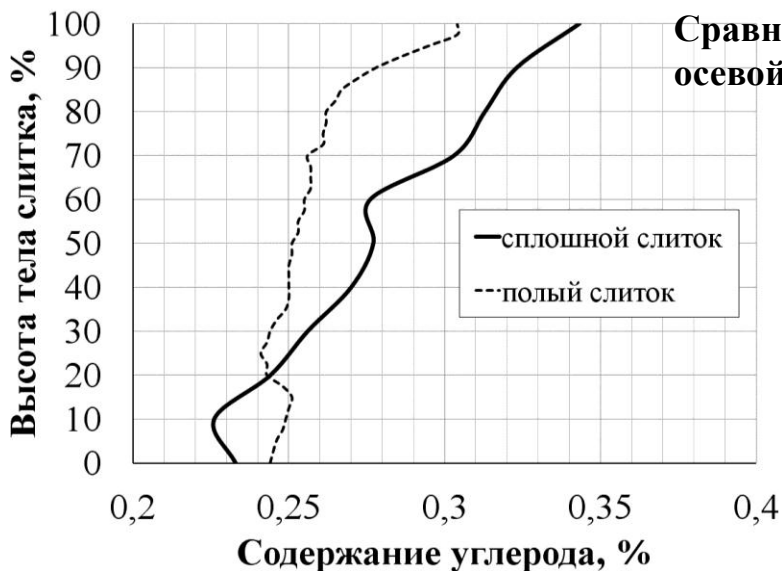
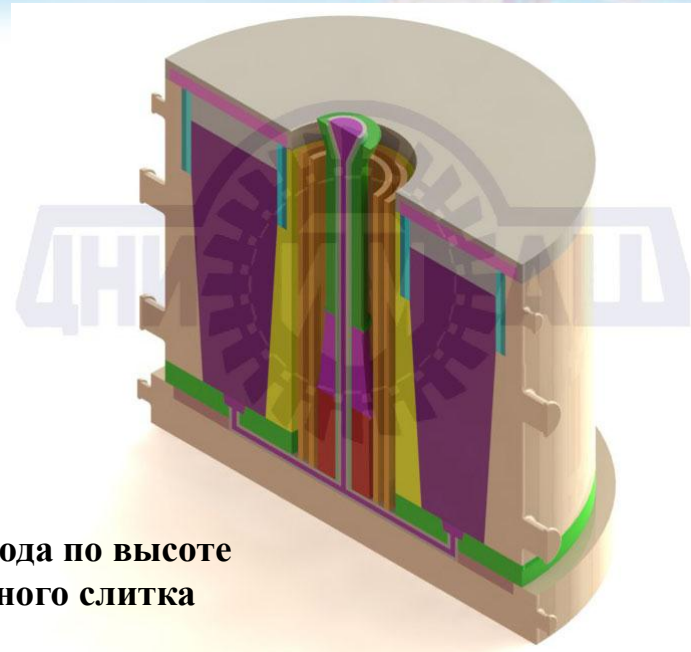
- освоение сифонной разливки;
- освоение полых слитков;
- оптимизация литейной оснастки, в том числе плавающий поддон;
- укрупнение заготовок;
- освоение технологии и изготовление ковано-штампованных днищ КР, ПГВ и эллипсоида КВБР



# Освоение производства полых слитков – перспективное направление развития технологии производства оборудования для АЭС

## □ Преимущества применения полых слитков:

- упрощение процесса ковки за счет исключения нескольких технологических этапов;
- повышение химической однородности металла и стабильности свойств поковки;
- снижение вероятности образования шнуров внецентренной ликвации
- уменьшение массы слитка на 5-10%;
- уменьшение расхода топлива;
- сокращение количества выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу



Экономический эффект только от снижения массы производимых слитков при производстве деталей для изготовления, например, одного корпуса реактора типа ВВЭР-ТОИ при стоимости металла 200 р/кг составит **около 30-40 млн. руб.**



# Освоение изготовления литых корпусов ГЦН



Освоение литых заготовок для корпусов ГЦН не уступает показаниям изделий производимых в кованном и сварно-кованном исполнении, обеспечивая при этом:

- повышение производительности изготовления в 1,5 – 2,5 раза;
- сокращение цикла изготовления до 1,5 раз;
- сокращение трудоемкости изготовления до 2 раз.



# ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»



## Работы по подготовке к производству КР ВВЭР ТОИ

- ❑ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» и ОКБ «Гидропресс» совместно проработали принципиальные варианты изготовления корпуса реактора ВВЭР ТОИ в трех- и четырехшовном исполнении.
- ❑ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» совместно ЗАО «АЭМ-технологии» проработал сравнительные технико-экономические показатели изготовления корпуса реактора ВВЭР ТОИ в обоих вариантах
- ❑ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» с ПАО «ЭМСС» проработал состав необходимого дополнительного оборудования для освоения серийного производства корпуса ВВЭР ТОИ (литейная оснастка, ковочная и штамповочная оснастка, термические печи, карусельный станок)
- ❑ Вместе с тем на сегодняшний день отсутствуют:
  - утвержденный проект корпуса реактора ВВЭР ТОИ;
  - комплексная программа освоения производства и аттестации изделий;

# Решение задачи повышения качества при производстве ДЦИ и других заготовок



## □ Необходимо:

- разработка и внедрение программы оценки качества на стадии производства заготовок ПОКАС-М;
- разработка программы и порядка аттестации персонала, участвующего в производстве оборудования для АЭС (металлургическое, механосборочное, сварочное производство, контроль качества)



# Необходимые работы по повышению конкурентоспособности российского атомного энергомашиностроения



- разработка комплексной технологии производства КР и ПГВ на основе моделирования с выделением критических точек с целью снижения расхода металла, уменьшения дисперсии свойств (экономия металла до 20%, увеличение сроков промежуточного контроля, повышение надежности и конкурентоспособности);
- разработка технологии получения корпуса реактора из стали 15X2НМФА кл.1 с содержанием кремния и марганца менее 0,1% каждого, обеспечивающую повышение ресурса и надежность корпусов реакторов (новый уровень надежности и конкурентоспособности);
- разработка технологии производства сверхчистых сталей (сера+фосфор менее 0,003%), в том числе для роторов турбин и турбогенераторов АЭС (импортозамещение, выход на зарубежный рынок);
- современная объективная методика безобразцового контроля заготовок в процессе их изготовления (экономия до 10% металла, сокращение цикла производства на 2-3 мес., трудоемкости на 10-15%);
- разработка и изготовление новых сварочных и наплавочных материалов, в том числе флюсов (импортозамещение, повышение конкурентоспособности);
- производство новых нейтронопоглощающих изделий для Тук (освоение новой продукции, импортозамещение);
- производство заготовок из металла ЭШП (экономия металла, снижение стоимости до 40%);
- разработка совместной ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», ОКБ «Гидропресс» программы внедрения новых технологий и перспективных изделий для АЭС (сокращение сроков освоения ВВЭР ТОИ)