



# КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

ГРУППЫ КОМПАНИЙ «СИЛОВЫЕ МАШИНЫ»



**ЭНЕРГИЯ  
НА РЕЗУЛЬТАТ**







# КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

ГРУППЫ КОМПАНИЙ «СИЛОВЫЕ МАШИНЫ»

## МИССИЯ КОМПАНИИ

Предоставлять надежные и эффективные комплексные решения для удовлетворения нужд мировой энергосистемы, непрерывно совершенствуя свои технологии и бизнес-процессы.

## ВИДЕНИЕ КОМПАНИИ

Занимать первое место на рынке энергетического машиностроения России и СНГ и быть ключевым игроком на мировом рынке.

## ЦЕННОСТИ КОМПАНИИ



ВНИМАНИЕ  
К КЛИЕНТАМ



ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
И ОПЕРАТИВНОСТЬ



ИННОВАЦИОННОСТЬ



БЕЗОПАСНОСТЬ



КОМАНДНАЯ РАБОТА



УВАЖЕНИЕ К ЛЮДЯМ

<b>О КОМПАНИИ В ЦИФРАХ И ФАКТАХ</b> .....	12
<b>СТРУКТУРА КОМПАНИИ</b> .....	14
<b>КАРТА ПОСТАВОК</b> .....	16
<b>КРУПНЕЙШИЕ ПРОЕКТЫ ЗА 10 ЛЕТ</b> .....	18
<b>ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ</b> .....	20
Ленинградский Металлический завод .....	20
Завод «Электросила» .....	22
Калужский турбинный завод .....	26
ТКЗ «Красный котельщик» .....	30
«Силовые машины – завод Реостат» .....	32
«Силовые машины – Тошиба. Высоковольтные трансформаторы» .....	34
<b>ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ</b> .....	37
<b>КАЧЕСТВО</b> .....	40
<b>КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ</b> .....	41
<b>КОМПЕТЕНЦИИ КОМПАНИИ</b> .....	43
<b>ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА</b> .....	45
<b>ЕPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION)</b> .....	45
<b>Паровые котлы. ТКЗ «Красный котельщик»</b> .....	47
Котлы энергоблоков мощностью 800 МВт, паропроизводительность 2650 т/ч .....	49
Газомазутные котлы (ТГМП-1202; ТГМП-204; ТГМП-806ХЛ; ТГП-805С3) .....	49
Пылеугольные котлы (ТПП-200; ТПП-804; ТПП-807) .....	50
Котлы энергоблоков мощностью 600-660 МВт, паропроизводительность 1900-2225 т/ч .....	51
Пылеугольные котлы (ТП-600) .....	51
Котлы энергоблоков мощностью 300-350 МВт, паропроизводительность 1000-1080 т/ч .....	52
Газомазутные котлы (ТГМП-114; ТГМП-314; ТГМП-324; ТГМП-344СО; ТГМП-354ПБ) .....	52
Пылеугольные котлы (ТПП-110; ТПП-210; ТПП-312А; ТПП-315С; ТПП-316СО; ТПП-317) .....	53
Котлы энергоблоков мощностью 200-225 МВт .....	54
Газомазутные котлы паропроизводительностью 640-670 т/ч .....	54
Пылеугольные котлы паропроизводительностью 630-670 т/ч .....	55
Котлы паропроизводительностью 400-500 т/ч .....	56
Газомазутные котлы .....	56
Пылеугольные котлы .....	56
Котлы паропроизводительностью 200-270 т/ч .....	58
Газомазутные котлы .....	58
Пылеугольные котлы .....	59
Котлы паропроизводительностью 50-150 т/ч .....	60
Газомазутные котлы .....	60
Котлы-утилизаторы для парогазовых установок .....	61
Котлы-утилизаторы одноконтурные .....	62
Котлы-утилизаторы двухконтурные .....	63
Котлы-утилизаторы трехконтурные .....	64
Водогрейные котлы-утилизаторы .....	65
Водогрейные газомазутные котлы .....	66
<b>Паровые турбины. Ленинградский Металлический завод</b> .....	67
Общие характеристики и основные преимущества .....	67

Конденсационные турбины .....	68
K-40-62 .....	68
K-55-60 .....	69
K-55-90 .....	70
K-100-90 .....	71
K-110-140 .....	72
K-165-130 .....	73
K-215-130-1(2); K-210-130-8; K-200-181 .....	74
K-225-12,8; K-225-12,8-3 .....	75
K-225-12,8-3P(4P) .....	76
K-255-162 .....	77
K-300-170-1P; K-330-23,5-2P .....	78
K-330-240; K-300-170; ТК-330-240 .....	79
K-500-240; K-500-166-1(2) .....	80
K-660-247 .....	81
K-800-240; K-1200-240 .....	82
Конденсационные турбины с отбором пара на теплофикацию .....	83
КТ-115-8,8-2; КТ-120-8,8-2М; КТ-120-12,8 .....	83
Теплофикационные турбины (без промперегрева) .....	84
Т-30-2,9; Т-25-3,4; П-30-2,9 .....	84
Т-50-8,8 .....	85
Т-60-112 .....	86
Т-115-8,8; Т-120-12,8 .....	87
Теплофикационные турбины (с промперегревом) .....	88
Т-140-145 .....	88
Т-185-12,8-1(2); Т-180-130-1(2); Т-185/210-16,0-Р .....	89
Теплофикационные турбины с производственным и теплофикационным отбором .....	90
ПТ-30-3,4; ПТ-30-2,9; ПТ-35/55-3,2 .....	90
ПТ-30-8,8; ПТ-40/50-8,8 .....	91
ПТ-65-130; ПТ-65-90 .....	92
ПТ-80-130; ПТР-80-130 .....	93
Теплофикационные ПТ с противодавлением производственным и теплофикационным отбором .....	94
ПР-30-2,9; ПТР-30-2,9 .....	94
Турбины с противодавлением .....	95
Р-25-8,8-1(2); Р-50-90(130); Р-85-8,8 .....	95
Турбины для парогазовых установок .....	96
К-80-7,0 .....	96
Т-130/160-12,8; Т-120/140-12,8 .....	97
Т-150-7,7; К-160-7,5; К-110-6,5 .....	98
<b>Паровые турбины. Калужский турбинный завод .....</b>	<b>99</b>
Турбины теплофикационные .....	101
Турбины теплофикационные с регулируемым производственным отбором пара .....	101
Турбины теплофикационные с регулируемым и нерегулируемым отопительными отборами пара .....	102
Турбины теплофикационные с регулируемым производственным и отопительным отборами пара .....	103
Турбины теплофикационные для парогазовых установок .....	107
Турбины конденсационные .....	114
Турбины конденсационные с понижающим редуктором .....	114
Турбины конденсационные с воздушным конденсатором .....	117
Турбины с противодавлением .....	118

Турбины с противодавлением без регулируемого отбора пара	118
Турбины с противодавлением и регулируемым производственным отбором пара	119
<b>Турбогенераторы. Завод «Электросила»</b>	120
Типы турбогенераторов	120
Турбогенераторы с водородным охлаждением серии ТВФ	121
Турбогенераторы с водородно-водяным охлаждением серии ТВВ	122
Турбогенераторы с полным водяным охлаждением серии ТЗВ	124
Турбогенераторы с воздушным охлаждением серии ТА, ТФ и ТЗФ	126
Турбогенераторы серии ТЗФА, ТЗФАУ, ТЗФСУ, АСК	129
Асинхронизированные турбогенераторы типов ТЗФА, ТЗФАУ и ТЗФСУ с воздушным и комбинированным воздушно-водяным охлаждением	129
Асинхронизированные компенсаторы (АСК)	129
<b>Теплообменное оборудование</b>	130
<b>Теплообменное оборудование для тепловых электростанций</b>	
<b>Ленинградский Металлический завод</b>	130
Конденсаторы	131
Теплообменное оборудование низкого давления	134
Подогреватели низкого давления	134
<b>Теплообменное оборудование для тепловых электростанций</b>	
<b>ТКЗ «Красный котельщик»</b>	136
Теплообменное оборудование высокого давления	137
Подогреватели высокого давления коллекторно-спирального типа	137
Подогреватели высокого давления камерного типа	141
Охладители пара	143
Теплообменное оборудование низкого давления	143
Подогреватели низкого давления (ПНД)	143
Подогреватели низкого давления смешивающего типа	143
Охладители воды	146
Подогреватели сетевой воды (ПСВ)	146
Испарители поверхностного типа и паропреобразователи	146
Теплообменники водоводяные и подогреватели пароводяные	149
Деаэраторы термические	150
Деаэраторы вакуумные	150
Деаэраторы атмосферного давления	150
Деаэраторы повышенного давления	151
Охладители выпара	151
<b>Новые продукты</b>	152
<b>ГИДРОЭНЕРГЕТИКА</b>	153
<b>Гидротурбины. Ленинградский Металлический завод</b>	154
Общие характеристики и основные преимущества	154
Типы гидротурбин и области их применения	157
Вертикальные радиально-осевые гидротурбины (Francis)	157
Вертикальные поворотно-лопастные гидротурбины (Kaplan)	158
Горизонтальные капсульные гидротурбины (Bulb)	159
Насос-турбины (Pump-turbine)	160
<b>Затворы. Ленинградский Металлический завод</b>	162
<b>Системы автоматического управления гидроагрегатами</b>	
<b>Ленинградский Металлический завод</b>	163
Регуляторы скорости гидротурбин	163
<b>Гидрогенераторы. Завод «Электросила»</b>	164
Общие характеристики и основные преимущества	164

Типы гидрогенераторов и области их применения .....	165
Вертикальные гидрогенераторы .....	165
Горизонтальные капсульные гидрогенераторы .....	167
Подпятники с фторопластовым покрытием .....	168
<b>АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b> .....	169
<b>Паровые турбины. Ленинградский Металлический завод</b> .....	170
Быстроходные паровые турбины .....	170
Быстроходная паровая турбина К-800-130/3000 .....	171
Быстроходная паровая турбина К-1000-60/3000 .....	172
Быстроходная паровая турбина К-1000-60/3000-2 .....	173
Быстроходная паровая турбина К-1000-60/3000-3 .....	174
Быстроходная паровая турбина К-1200-6,8/50 (проект АЭС 2006) .....	175
<b>Приводные турбины для привода питательных насосов АЭС. Калужский турбинный завод</b> .....	176
Турбина приводная конденсационная К-12-1,0ПА .....	176
Турбина приводная конденсационная К-10-0,5ПА-1 .....	177
Турбина приводная конденсационная К-8-0,65П .....	177
<b>Турбогенераторы. Завод «Электросила»</b> .....	178
Быстроходный турбогенератор ТЗВ-1200-2А .....	178
Быстроходный турбогенератор ТВВ-1000-2 .....	179
Тихоходный турбогенератор ТВВ-1000-4 .....	179
<b>Теплообменное и вспомогательное оборудование</b> .....	180
<b>Теплообменное оборудование. Ленинградский Металлический завод</b> .....	180
<b>Теплообменное оборудование. ТКЗ «Красный котельщик»</b> .....	180
ПВД с плоско-спиральными трубными элементами для АЭС .....	180
ПВД камерные .....	181
ПНД поверхностного типа .....	181
ПНД смешивающего типа .....	182
Подогреватели сетевой воды (ПСВ) .....	182
Охладители конденсата и охладитель подогревателя .....	183
Испаритель, охладитель испарителя, охладитель выпара .....	183
Теплообменники технологических систем I и II контуров .....	183
<b>Деаэраторы термические повышенного давления для АЭС. ТКЗ «Красный котельщик»</b> .....	185
<b>Турбоустановки для плавучих атомных станций. Калужский турбинный завод</b> .....	187
Турбоустановка ТК-35/37-3,4С .....	187
<b>Новые продукты</b> .....	188
Тихоходная паровая турбина К-1200-6,8/25 .....	188
Тихоходный турбогенератор ТВВ-1200-4 .....	189
<b>ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС</b> .....	191
<b>Турбоустановки малой и средней мощности. Калужский турбинный завод</b> .....	191
Турбины с противодавлением .....	191
Турбины с противодавлением без регулируемого отбора пара .....	192
Турбины с противодавлением и регулируемым производственным отбором пара .....	198
<b>Турбогенераторы. Калужский турбинный завод</b> .....	202
Турбогенераторы блочные конденсационные .....	202
Турбогенераторы конденсационные с отбором пара .....	204
Турбогенераторы конденсационные с отбором и бойлером для выработки электроэнергии и подогрева сетевой воды .....	206
Турбогенераторы блочные с противодавлением .....	207
<b>Котлоагрегаты малой и средней мощности. ТКЗ «Красный котельщик»</b> .....	214
Газомазутные котлы 50-160 т/ч .....	214

Котлы, работающие на биотопливе .....	215
<b>Энергетические calorиферы. ТКЗ «Красный котельщик» .....</b>	<b>216</b>
<b>Котлы-утилизаторы малой мощности. ТКЗ «Красный котельщик» .....</b>	<b>218</b>
<b>Турбогенераторы малой мощности. Завод «Электросила» .....</b>	<b>219</b>
<b>Электрические двигатели. Завод «Электросила» .....</b>	<b>220</b>
Асинхронные электродвигатели переменного тока .....	220
Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором серий ДАП, ДАП-М и ДАЗ-М .....	220
Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором серии АТМК .....	221
Асинхронный частотно-регулируемый двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АДРН-550-4-100 .....	222
Асинхронный частотно-регулируемый двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АДР-55-6 Т2 .....	222
Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа ДА .....	223
Асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа ДАЗ 250-6-12 УХЛ4 .....	224
Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа ДАЗО 400-6-8 У1, ДАЗО 630-6,6-6 Т2 .....	224
Асинхронный двигатель трехфазного тока с фазным ротором типа ДАФЗ 400-6-10 УХЛ1 .....	225
Синхронные электродвигатели переменного тока .....	225
Синхронные двигатели трехфазного тока серии ДСЗ 21-го габарита .....	225
Синхронные двигатели серии ДСЗ .....	226
Синхронные двигатели серии СДЗ-2 напряжением 6000 В .....	227
Синхронный двигатель типа ДС 2500-6-40 УХЛ4 .....	228
Электродвигатели переменного тока для частотно-регулируемого привода бурового станка СБШ-250 .....	228
Электродвигатели постоянного тока .....	229
Двигатели постоянного тока единичного производства .....	229
Двигатели для скипового подъема .....	230
Двигатели для трубопрокатных станов .....	230
Двигатели для прокатных станов и специальные .....	230
Машины во взрывозащищенном исполнении .....	231
Двигатели постоянного тока единичного производства .....	231
Двигатели для привода нажимных устройств клетки «Кварто» стана «2800» .....	232
Двигатели для привода скиповой лебедки и лебедки управления конусами .....	232
Двигатели для привода металлургических кранов .....	233
Двигатели для привода дрессировочного стана .....	233
Двигатели для главного привода проволочного стана .....	234
Двигатели для привода летучих ножиц .....	234
Двигатели для летучих ножиц .....	234
Двигатели для валков вертикальной клетки прокатного стана .....	235
Двигатели для привода механизма чистовых клетей проволочно-штрипсового стана 250-2 .....	235
Двигатели для главного привода колесопрокатного стана .....	236
Двигатели для стана горячей прокатки металлургического комбината .....	236
Двигатели для привода шахтной клетевой подъемной установки .....	236
Двигатели постоянного тока серии 4П .....	237
Двигатели постоянного тока для буровых установок .....	239

Двигатели постоянного тока для привода бурового станка СБШ-270 .....	239
Двигатели постоянного тока для буровых установок взрывозащищенные на базе серии 4П .....	240
Двигатели постоянного тока для привода вертлюгов буровых установок взрывозащищенные на базе серии 4П .....	241
Двигатели постоянного тока для привода механизмов морских буровых установок с замкнутой системой вентиляции на базе серии 4П .....	241
Двигатели постоянного тока для привода механизмов стационарных буровых установок на базе серии 4П .....	242
Двигатели постоянного тока для привода механизмов стационарных буровых установок .....	242
Двигатели постоянного тока для привода якорных лебедок полупогружной буровой платформы .....	243
Двигатели постоянного тока с замкнутой системой вентиляции для прокатных станков на базе серии 4П .....	243
Двигатели постоянного тока с замкнутой системой вентиляции для резиносмесителей на базе машин 17 габарита .....	244
Двигатели постоянного тока с замкнутой системой вентиляции для резиносмесителей на базе серии 4П .....	244
<b>Тиристорные пусковые устройства. Завод «Электросила» .....</b>	<b>245</b>
<b>Шкаф тиристорного возбудителя синхронного двигателя ВТЕ-300-400 УХЛ4. Завод «Электросила» .....</b>	<b>246</b>
<b>Комплектный асинхронный электропривод питательных насосов ТРАП-550. Завод «Электросила» .....</b>	<b>247</b>
<b>Электрические генераторы с дизельным приводом. Завод «Электросила» .....</b>	<b>249</b>
Синхронный генератор типа ГСС-2000-750М ОМ4 .....	249
Синхронные генераторы переменного тока для стационарных и передвижных дизель-электрических станций .....	249
Синхронные генераторы типов ГСБ-1000-1500 У2, ГСБФ-1000-1500 У2 и СГ-1250-1500 У2 .....	249
Синхронные генераторы типа СБГД-5000-11, 4-6 ТЗ и СБГД 3100-10, 5-6 ТЗ .....	250
Синхронные генераторы типов СБГД-6300-6, СБГД-5600-6 и СБГД-4000-6 .....	250
Синхронные генераторы серий СГДМ, СГДС и СГДЕ 11–12-го габаритов .....	251
Синхронные генераторы типов ГДСВ-15-74-8М УХЛ4, СГДС-15-74-8М УХЛ4, СГДС-15-54-8 УХЛ4 и СГДС-15-74-8 УХЛ4 .....	252
Низкооборотные дизельные генераторы типа СГД .....	253
Синхронный бесщеточный генератор ГСД-1500-4 УХЛ4 .....	253
Синхронные бесщеточные генераторы типа СБГД 630-0,4-4 УХЛ3.1, СБГД 1000-0,4-4 УХЛ3.1 .....	254
Синхронный бесщеточный генератор типа СБГД 630-0,4-4 УЗ, ТЗ .....	254
<b>Детандер-генераторные агрегаты. Калужский турбинный завод .....</b>	<b>255</b>
Детандер-генератор .....	255
<b>Соединительные детали трубопроводов. ТКЗ «Красный котельщик» .....</b>	<b>256</b>
Отводы .....	256
Тройники .....	256
Днища .....	257
Кольца переходные .....	257
<b>Промышленные шнековые центрифуги. Калужский турбинный завод .....</b>	<b>258</b>
<b>ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>259</b>
<b>Судостроение .....</b>	<b>259</b>
Оборудование для атомного флота .....	259

Блочные турбоустановки для атомных ледоколов. Калужский турбинный завод	259
Турбогенераторы. Завод «Электросила»	260
Электродвигатели постоянного тока. Завод «Электросила»	260
Оборудование для флота	261
Блочные турбоустановки. Калужский турбинный завод	261
Синхронные генераторы переменного тока для судовых энергетических установок. Завод «Электросила»	261
Синхронные генераторы серий БСГ и СБГ	261
Синхронный генератор типа ГСБ-630-1500 ОМ4	262
Электрические двигатели. Завод «Электросила»	262
Асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АМ-500-4К ОМ4	262
Асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АДР 550-4	262
Асинхронные двигатели трехфазного тока с фазным ротором типов АКМ-500-4К, АРК-500-1500В и АРК-500-1500Н	263
Электродвигатели постоянного тока	264
<b>Электротранспорт. «Силовые машины – завод Реостат»</b>	265
Агрегат для энергоснабжения электропоезда «Аврора»	265
Комплект электрооборудования электропоезда ЭПЗД	265
Комплект электрооборудования для электропоезда ЭД9Э	267
Комплект электрооборудования электропоезда ЭД9М	270
Основные электрические аппараты	274
Силовые контроллеры 1КСЭ.023.1 У2, 1КСЭ.024.1 У2	274
Контроллер машиниста 1КУЭ.040.2 У3	275
Клапан токоприемника КЛПЭ-101Б У3	276
Блоки резисторов	276
Переключатель реверсивный 1ПЭ.008 У2	278
Фильтр индуктивный ФСЭ-4 У1	278
Дроссель 1ДРЭ.007.2 У1	279
Дроссели 1ДРЭ 059 У2, 1ДРЭ 001.1 У3, 1ДРЭ 001.2 У3	279
Реле герконовые 1РЭ.008	279
Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1	280
Трансформаторы 2ТРЭ.037 У3, 1ТРЭ.056.2 У2, 1ТРЭ.096 У2	280
Трансформаторы 1ТРЭ.033.1 У3, 1ТРЭ.069 У3, 1ТРЭ.110.2 У3, 1ТРЭ.129 У2	281
Контакты электромагнитные КМ2000	281
Перечень запасных частей к комплекту электрооборудования электропоезда ЭД9М	282
Комплект электрооборудования для электропоезда ЭД4Э	285
Комплект электрооборудования для вагонов метрополитена	289
Электрические аппараты высокого напряжения для электропривода	291
Аппаратура защиты и управления	293
Электрические аппараты защиты	294
Взаимозаменяемость электрических аппаратов	294
Перечень запасных узлов и деталей	296
Тяговые двигатели для городского электротранспорта	298
Асинхронные тяговые двигатели переменного тока для троллейбусов и трамваев	298
Тяговые двигатели постоянного тока для троллейбусов	299
Асинхронные тяговые двигатели переменного тока для вагонов метрополитена	300
Переключатели электропневматические серии ППКЭ-8000 (ППКЭ-8064 У3, ППКЭ-8122 У3, ППКЭ-8023 У3, ППКЭ-8023Б У3, ППКЭ-8024.1 У3)	301

Контакты электропневматические серии ПКЭ 1000 (ПКЭ 1146А УЗ; ПКЭ 1148А УЗ; ПКЭ 1216А УЗ; ПКЭ 1616А УЗ).....	302
Блоки резисторов для трамваев (типов КФ38В1; КФ38В2; КФ38Б12; КФ54А2; КФ65А; БТР06; БТР07; БТР08; БПТР01; БПТР02).....	304
<b>Горная техника</b> .....	305
Оборудование для карьерных автосамосвалов БелАЗ. Завод «Электросила», «Силовые машины – завод Реостат».....	305
Комплектный электропривод.....	305
Тяговый электропривод КТЭ-90.....	305
Тяговый электропривод КТЭ-136.....	306
Тяговый электропривод КТЭ-160.....	307
Тяговый электропривод КТЭ-240.....	308
Тяговый электропривод КТЭ-360.....	309
Тяговый электропривод КТЭ-450.....	310
Тяговый электропривод КТЭ-11,5.....	311
Тяговые генераторы типа ГСТ.....	312
Тяговые электродвигатели переменного тока.....	312
Оборудование для карьерных экскаваторов.....	314
Электрические двигатели. Завод «Электросила».....	314
Асинхронные частотно-регулируемые двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором для приводов механизмов экскаватора типа ЭКГ 32Р/35К.....	314
Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭКГ-18.....	314
Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭШ 20.90С.....	315
Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭКГ-20М.....	315
Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭКГ-35.....	315
Машины постоянного тока для карьерных экскаваторов. Завод «Электросила», «Силовые машины – завод Реостат».....	316
Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-10.....	316
Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-12.....	317
Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-15.....	317
Машины постоянного тока для экскаватора ЭШ-11/75.....	318
Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-1500Р.....	319
Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-12А.....	319
Комплектный электропривод. Завод «Электросила».....	320
Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-18 ПАО «Уралмашзавод» (ТУ3458-224-05757908-2012).....	320
Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-20 ООО «ИЗ-Картэкс им. П. Г. Коробкова» (ТУ3458-244-05030856-2016).....	321
Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-32Р/35К ООО «ИЗ-Картэкс им. П. Г. Коробкова» (ТУ3458-218-05757908-2009).....	322
Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-35 ПАО «Уралмашзавод» (ОБС.104.560 ТЗ).....	323
Электропривод переменного тока экскаватора ЭШ 20.90С ПАО «Уралмашзавод» (ОБС.104.444 ТЗ).....	324
Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-15 ООО «ИЗ-Картэкс им. П. Г. Коробкова» (ОБС.104.609 ТЗ).....	325
Термины и сокращения.....	326
<b>ЭЛЕКТРОСЕТЕВОЙ КОМПЛЕКС</b> .....	327
<b>Трансформаторы. «Силовые машины – Тошиба. Высоковольтные трансформаторы»</b> .....	327
Класс напряжения сетей 110–150 кВ.....	327

Класс напряжения сетей 220 кВ .....	328
Класс напряжения сетей 330 кВ .....	328
Класс напряжения сетей 500 кВ .....	329
Класс напряжения сетей 750 кВ .....	329
<b>Ударные генераторы. Завод «Электросила» .....</b>	<b>330</b>
<b>ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>331</b>
Геотермальная энергетика. Калужский турбинный завод .....	331
<b>Ветроэнергетика. Завод «Электросила» .....</b>	<b>332</b>
Синхронный генератор для ветроэнергетической установки .....	332
<b>Биомасса. ТКЗ «Красный котельщик» .....</b>	<b>333</b>
Паровой котел для сжигания биомассы .....	335
<b>Утилизация бытовых отходов. Калужский турбинный завод .....</b>	<b>335</b>
Турбина К-40-8,0 с осевым выхлопом для проектов по утилизации твердых бытовых отходов .....	335
<b>СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ .....</b>	<b>337</b>
<b>Системы возбуждения .....</b>	<b>337</b>
Системы тиристорные самовозбуждения (СТС) .....	339
Системы возбуждения тиристорные независимые (СТН) .....	341
Системы возбуждения бесщеточные диодные (СБД) .....	342
СБД для мощных турбогенераторов .....	343
Системы диодные независимые (СДН) .....	343
Системы тиристорные самовозбуждения реверсивные (СТС-Р) .....	344
Системы тиристорные резервные (СТР) .....	344
Электромашинные возбудители турбогенераторов .....	345
Электромашинный бесщеточный возбудитель диодный (БВД) .....	345
Электромашинный возбудитель (ВТ) .....	345
Агрегаты резервного возбуждения к генераторам .....	346
Системы возбуждения дизель-генераторов и малых турбогенераторов .....	347
<b>Системы автоматики .....</b>	<b>348</b>
Системы автоматики и автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) для тепловых электростанций .....	348
Системы автоматики и АСУ ТП для гидроэлектростанций .....	353

# О КОМПАНИИ В ЦИФРАХ И ФАКТАХ

«Силловые машины» – глобальная энергомашиностроительная компания, лидер отрасли. Входит в состав «Севергрупп», председатель Совета директоров – А. А. Мордашов.

**Компания обладает богатейшим опытом** и компетенцией в области проектирования, изготовления и комплектной поставки оборудования для тепловых, атомных и гидроэлектростанций, различных отраслей промышленности, транспортной и судовой энергетики.

**Ключевая компетенция и конкурентное преимущество компании** – осуществление комплексных проектов под ключ в сфере электроэнергетики.

**История создания «Силловых машин»** – это история консолидации сильнейших предприятий российского энергомашиностроения (Ленинградский Металлический завод, завод «Электросила», Калужский турбинный завод, Таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик», завод «Реостат» и др.).

**В компании работает более 15 тысяч сотрудников** (основные производственные активы в Санкт-Петербурге, Калуге, Таганроге, Великих Луках).

**«Силловыми машинами» изготовлено:**

БОЛЕЕ  
**2300** паровых турбин

БОЛЕЕ  
**2700** турбогенераторов

## В 57 СТРАНАХ МИРА

работает оборудование, произведенное на предприятиях «Силловых машин»



## 70% – ДОЛЯ КОМПАНИИ



на внутреннем рынке России и стран СНГ

## БОЛЕЕ 300 ГВт –



совокупная мощность произведенного оборудования

- ✓ «Силловые машины» **входят в пятерку мировых лидеров** энергомашиностроения.
- ✓ **70% доля** энергооборудования «Силловых машин» **на рынке России и стран СНГ.**
- ✓ **Более 45% ТЭС и около 40%** газотурбинных электростанций и парогазовых установок в России **оснащены паротурбинным оборудованием** «Силловых машин».
- ✓ **Более 70%** российских гидроэлектростанций используют энергетическое оборудование «Силловых машин».
- ✓ **27 энергоблоков атомных электростанций** эксплуатируют оборудование «Силловых машин».
- ✓ Котельные системы ТКЗ установлены **на каждой второй электростанции** РФ и стран СНГ.

«Силловые машины» располагают **передовым производственным комплексом энергомашиностроения**, расположенным в Санкт-Петербурге (Колпинский район, поселок Металлострой).



Технологический уровень производства отвечает мировым стандартам. Новый комплекс оснащен новейшим станочным оборудованием ведущих мировых производителей.

- ✓ **Основная продукция** – паровые турбины и турбогенераторы, в т. ч. тихоходные турбоагрегаты мощностью 1200 МВт и выше.
- ✓ **Технология изготовления крупногабаритных сварных роторов.**
- ✓ **В эксплуатации с 2012 года.**

# СТРУКТУРА КОМПАНИИ

---

**7** ПРЕДПРИЯТИЙ

## ВЕЛИКИЕ ЛУКИ

---

**«Силловые машины» – завод «Реостат»** – производитель электротехнической продукции, тяговых двигателей

## САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**Ленинградский  
Металлический завод** –  
крупнейший производитель турбин  
для ТЭС, АЭС, ГЭС

**Завод «Электросила»** –  
крупнейший производитель  
генераторов для ТЭС, АЭС, ГЭС и  
крупных электрических машин

**«Силовые машины – Тошиба.  
Высоковольтные трансформаторы»** –  
производство силовых трансформаторов

**«Линде Силовые машины»** –  
производство теплообменного оборудо-  
вания для установок сжижения и пере-  
работки природного газа

## КАЛУГА

**Калужский турбинный завод** –  
ведущий завод по производству  
паровых турбин малой и средней  
мощности, уникального  
специального энергооборудования

## ТАГАНРОГ

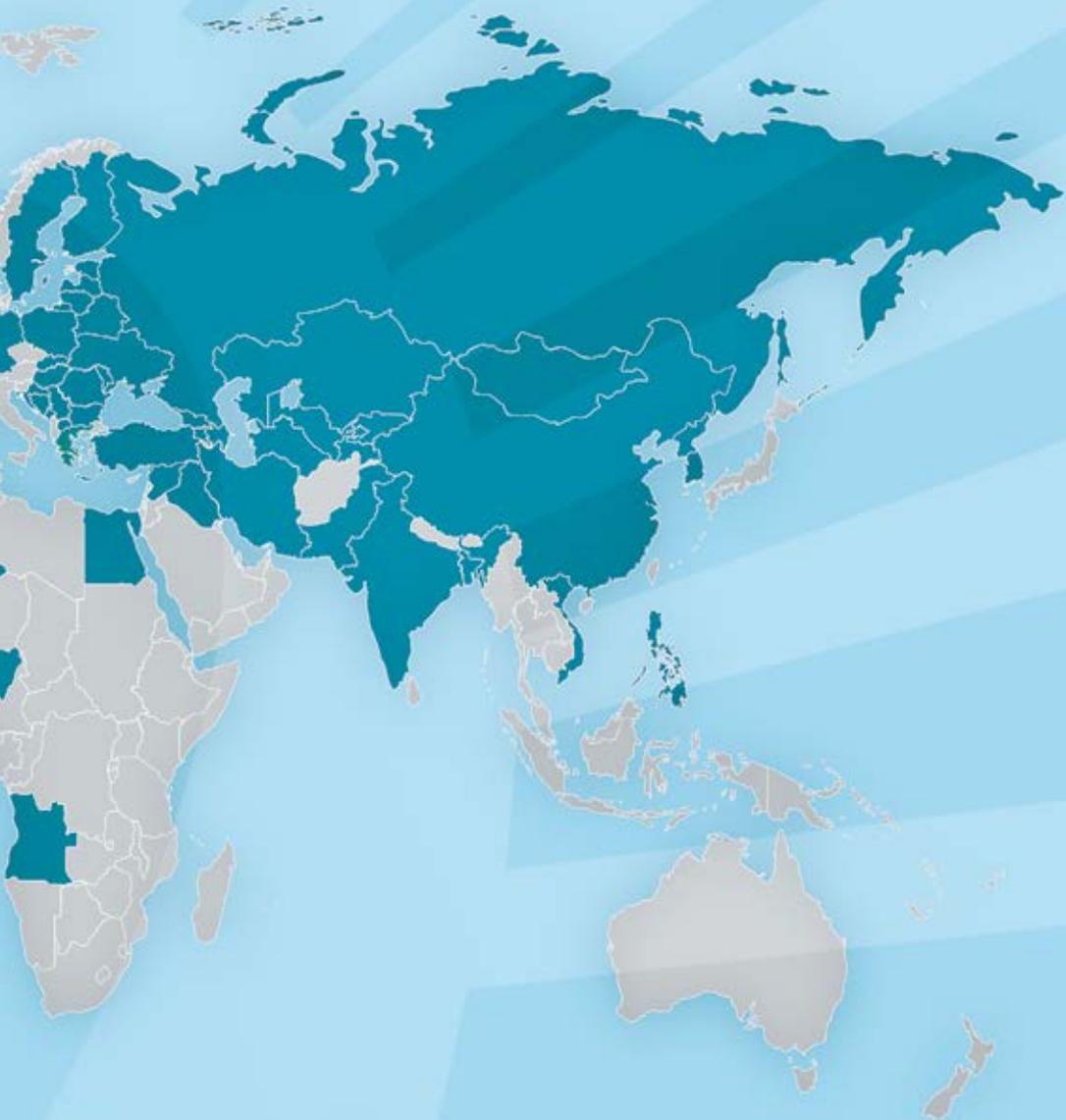
**ТКЗ «Красный котельщик»** –  
крупнейший котлостроительный  
завод России

# КАРТА ПОСТАВОК

**НАШЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ  
РАБОТАЕТ  
В 57 СТРАНАХ**

## **ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА И ФИЛИАЛЫ «СИЛОВЫХ МАШИН»**

- Аргентина
- Белоруссия
- Болгария
- Вьетнам
- Индия
- Латвия
- Колумбия
- Сербия
- Турция
- Чили
- 15 подразделений в России



# КРУПНЕЙШИЕ ПРОЕКТЫ ЗА 10 ЛЕТ



## РОССИЯ

Благовещенская ТЭЦ  
Верхнетагильская ТЭС  
Ивановская ГРЭС  
Калининградская ТЭЦ-2  
Электростанции Мосэнерго  
Омские ТЭЦ  
Первомайская ТЭЦ-14

Томь-Усинская ГРЭС  
Правобережная ТЭЦ-5  
Харанорская ГРЭС  
Черепетская ГРЭС  
Нововоронежская АЭС-2  
Ленинградская АЭС  
Калининская АЭС

Богучанская ГЭС  
Бурейская ГЭС  
Саяно-Шушенская ГЭС  
Красноярская ГЭС  
Каскад Вуоксинских ГЭС  
Волжская ГЭС  
Жигулевская ГЭС

## КАЗАХСТАН

Карагандинская ТЭЦ-3  
Экибастузская ГРЭС-1  
Бухтарминская ГЭС

## КИТАЙ

ГЭС Байши

## УЗБЕКИСТАН

Сырдарьинская ГРЭС  
Чарвакская ГЭС

## ИНДИЯ

ТЭС Обра  
АЭС Куданкулам  
ГЭС Локтак  
ТЭС Сипат Индия

## ВЬЕТНАМ

ГЭС А Вуонг  
ГЭС Буон Куоп  
ГЭС Плейкронг

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

## Ленинградский Металлический завод

ЛМЗ имеет мощную производственную и испытательную базу. Завод осуществляет переработку материалов, полуфабрикатов и комплектующих, получаемых с металлургических и иных предприятий, методами механической обработки и сварки, а также производит сборку и отгрузку готовой турбинной и иной продукции.

Предприятие располагает раскройно-заготовительным производством для термической резки листового проката; уникальным металлорежущим оборудованием, обрабатывающими центрами, сварочным, кузнечно-прессовым, термическим, испытательным оборудованием и стендами.

### Состояние технологии

Уровень технологических процессов изготовления продукции соответствует общемировому уровню в аналогичных отраслях промышленности. На предприятии широко используется

оборудование передовых зарубежных станкостроительных фирм Франции, Германии, Австрии, Швеции, Италии, Швейцарии и др.

### Операции, выполняемые на оборудовании



- Сварочные установки для сварки толстолистовых конструкций (рабочие колеса и статоры гидротурбин, литые цилиндры паровых турбин) с термическими средствами; специализированные сварочные установки для сварки теплообменного оборудования.



- Специализированное токарное оборудование для механической обработки роторов паровых, газовых и гидравлических турбин с диаметрами до 5000 мм, длиной 20 000 мм и массой до 250 т.



- Специализированное оборудование для обработки деталей гидравлических и паровых турбин (лопасти рабочих колес, лопатки направляющего аппарата, втулки ПЛ, цапфы лопастей ПЛ гидротурбин, литые корпуса цилиндров паровых турбин).



- Широкая гамма специализированных расточных и фрезерно-расточных станков со шпинделем диаметром до 210 мм (в том числе портально-фрезерные станки с ЧПУ) – для фрезерной обработки корпусных деталей турбин.



- Токарно-карусельные станки широкого диапазона диаметром обрабатываемых деталей до 19 м – обработка рабочих колес и статоров гидротурбин в сборе, сварных корпусных деталей паровых и газовых турбин.



- Сверлильные станки, включая специализированные для сверления отверстий с максимальным диаметром 50 мм (в углеродистой стали) в трубных досках и перегородках теплообменного оборудования.



- Обрабатывающие центры с ЧПУ для механической обработки турбинных лопаток максимальной длиной 2400 мм.
- Оборудование для термической резки – термическая резка листового металлопроката толщиной до 200 мм.
- Термическое оборудование для снятия напряжений после сварки.
- Комплексы горячей объемной штамповки турбинных лопаток.

- Правильное и гибочное оборудование (прессы, вальцы) на листовые заготовки толщиной до 60 мм для изготовления пространственных деталей турбин из листового проката (спиральные камеры, перепускные трубы, корпуса газовых турбин и т. п.).
- Мелкомеханическое оборудование – обрабатывающие токарные и токарно-фрезерные центры для изготовления мелких деталей типа тела вращения, крепежных деталей.
- Грузоподъемные электромостовые краны грузоподъемностью до 320 т (ППК), ЛМЗ 250 т.
- Электроэрозионное оборудование.
- Молоты с массой падающих частей до 3300 кг для свободнойковки.
- Испытательная база.

## Завод «Электросила»

### Виды производств и групп оборудования

- Механообрабатывающее
- Изоляционно-обмоточное
- Сварочно-заготовительное
- Штамповочное производство и производство оснастки
- Испытательная база

### Механообрабатывающее производство

Для обработки деталей и узлов турбо- и гидрогенераторов, крупных электрических машин применяется оборудование ведущих мировых производителей:



- Карусельные станки с диаметром планшайбы 2, 4 и 5 м (максимальный диаметр токарной и фрезерно-сверлильной обработки 5700 мм)



- Фрезерные обрабатывающие центры (максимальные габариты деталей 5000×2700×1300 мм, масса до 25 т)



- Горизонтально-расточные станки (максимальный диаметр обработки 4300 мм)



- Роторно-фрезерные станки (для обработки деталей массой до 130 т с длиной обработки до 15 000 мм)



- Токарные станки для обработки валов и роторов турбо- и гидрогенераторов, крупных электрических машин (детали массой до 170 т с длиной обработки до 16 500 мм)

**Изоляционно-обмоточное производство**



- Станок с ЧПУ для резки и выгиба транспозиции Ребеля элементарных проводников стержней статорных обмоток турбо- и гидрогенераторов



- Станки для изолировки стержней статорных обмоток турбо- и гидрогенераторов



- Установки для формообразования стержней статорных обмоток турбо- и гидрогенераторов



- Установка вакуум-нагнетательной пропитки статоров и других узлов турбогенераторов и крупных электрических машин



- Установка гидроабразивной резки для изготовления деталей из твердой изоляции



- Установка для изготовления катушек методом пайки



- Пресса гидравлические для выпечки изоляции катушек полюсов

## Сварочно-заготовительное производство

Применяется ручная аргоно-дуговая сварка в среде инертных газов, полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа и в смесях газов, ручная дуговая сварка, контактная точечная сварка, лазерная сварка с помощью роботизированного сварочного комплекса, пайка высоко- и низкотемпературными припоями с применением индукционного, газового и электроконтактного нагрева.

- Машины контактной сварки для контактной сварки деталей машинного и аппаратного производств
- Установки для пайки мощностью до 110 кВт. Осуществляется приборный контроль качества пайки
- Оборудование для раскроя деталей из листового металла:



- Установка гидроабразивной резки, ванна 2500×4000 мм (максимальная толщина вырезки 100 мм)
- Оборудование для выгиба и рихтовки деталей из металла:
  - пресс листогибочный;
  - машина для рихтовки деталей.



- Лазерные установки, стол 1500×3000 мм (максимальная толщина вырезки 12 мм)

## Штамповочное производство и производство оснастки

- Штамповка активного железа турбогенераторов и гидрогенераторов производится на кривошипных прессах усилием 500 т.с с автоматической линией подачи рулонного материала
- Фрезерный пятикоординатный вертикальный обрабатывающий центр для обработки деталей технологической оснастки со сложной геометрией и большими габаритами
- Электроэрозионный вырезной станок с ЧПУ



### Испытательная база

«Электросила» располагает двумя испытательными центрами:

- для проведения испытаний турбогенераторов и крупных электрических машин;
- для проведения испытаний крупных электрических машин.

## Калужский турбинный завод

### Металлургическое производство

располагается на территории цеха по производству литья и на участках термической обработки. Цех по производству литья включает кузнечное, литейное и сварочное производства.

- Кузнечное производство закрывает потребность предприятия в поковках, изготавливаемых из углеродистых и легированных сталей, массой до 600 кг и штамповках массой до 10 кг.
- Литейное производство обеспечивает завод стальными отливками из углеродистых и легированных сталей и чугуна.
- На этапе сварочного производства осуществляется установка сварных конструкций.



### В заготовительном производстве

широко используется кислородная, плазменная и лазерная резка металлов:

- Установка гидроабразивной резки, размер листа ГАР 3150×6110×450 мм.
- Установки кислородной резки Hmax 120 мм, 1800×6000 мм.
- пятиосевые установки лазерной резки, максимальная толщина 12 мм. Габариты детали – 4000×1500×750 мм.



### В сварочном производстве

применяются все виды сварки, но наибольшее распространение имеют электронно-лучевая сварка с глубиной проплавления до 150 мм за один подход и ручная аргонно-дуговая сварка титанового сплава. Также применяется полуавтоматическая сварка сталей в  $CO_2$ , сварка алюминиевых сплавов и цветных металлов, обварка трубок с трубными досками.



КТЗ располагает широким парком современных станков для механической обработки. **Механическая обработка** имеет производства: турбинных лопаток; диафрагм и роторов; корпусов турбин; зубчатых зацеплений; теплообменного и другого оборудования.

В производстве задействовано 1290 единиц металлорежущего и 158 единиц кузнечно-прессового оборудования. Среди них используется как универсальные, так и уникальные станки, в том числе:

- Оборудование для производства корпусных деталей турбин, в т. ч. пятиосевые обрабатывающие центры с ЧПУ. Габариты детали 8000×6000×5000 мм, максимальный вес – 80 т.
- Оборудование для обработки роторов турбин, в т. ч. уникальный токарный станок, пятиосевой обрабатывающий центр с ЧПУ. Габариты изделия 3500×8000 мм, максимальный вес – 20 т.
- Оборудование для обработки диафрагм и дисков турбин, в т. ч. токарно-карусельные станки, пятиосевой обрабатывающий центр с ЧПУ. Максимальный диаметр обработки изделия – 3200 мм, максимальная высота обработки – 2400 мм.
- Оборудование для обработки корпусов подшипников, деталей и узлов блоков регулирования, в т. ч. обрабатывающие токарные центры с ЧПУ. Максимальный диаметр – 600 мм, максимальная длина – 2000 мм. Обрабатывающие расточные центры с ЧПУ. Размер детали 1250×1400×1220 мм.
- Оборудование для изготовления трубных досок и решеток теплообменных аппаратов, в т. ч. координатно-сверлильные четырехосевые станки.
- Оборудование для прецизионной электроэрозионной профильной вырезки деталей сложного профиля, в т. ч. пятиосевые станки с ЧПУ. Достижимая точность профиля – 3 мкм. Габариты деталей до 800×550×525 мм.
- Оборудование для резки круглого и сортового проката на современных ленточнопильных станках с максимальным диаметром обработки 550 мм.
- Оборудование для круглой шлифовки, в т. ч. круглошлифовальный станок, с размерами заготовки 800×2800 мм.
- Оборудование для плоской шлифовки в т. ч. плоскошлифовальный станок, с размерами обработки 1600×8000 мм.
- Оборудование для комплексного изготовления рабочих и диафрагменных лопаток турбин, в т. ч. пятиосевые обрабатывающие центры с ЧПУ. Максимальная длина лопатки – 700 мм.
- Изготовление высокоточных эвольвентных зубчатых зацеплений, в т. ч. зубошлифовальный профильный станок с ЧПУ с максимальным диаметром обработки 2500 мм и максимальной высотой шлифуемого профиля 60 мм.
- Трубогибочное оборудование с ЧПУ для изготовления трубопроводов в 3D-координатах для обвязки специальных изделий на базе комплекса с максимальным диаметром изгибаемой трубы 120 мм.



Работу турбин с минимальными вибрациями обеспечивает динамическая **балансировка роторов на специальных стандах.**

Вес роторов, подлежащих балансировке, — от 300 до 20 000 кг; возможность балансировки изделий с частотой до 8000 об/мин.



Окончательная **сборка готовых изделий**, в том числе крупногабаритных установок, происходит в механосборочном испытательном цехе КТЗ на технологическом стапеле. Специалисты отдела технического контроля следят за процессом сборки и обвязки изделия, а также проверяют на соответствие требованиям чертежа. После сборки машины транспортируют на испытательный комплекс, где изделие перед отправкой заказчику проходит испытания в условиях, максимально приближенных к реальным.



**В инструментальном цехе КТЗ:**

- изготавливают режущий инструмент;
- проводят сборочно-сварочные работы (габариты изделий 3,0×3,0×4,0 м) из черных и нержавеющей сталей (ручная, полуавтоматическая, аргоно-дуговая сварка);
- изготавливают спецоснастку для проведения сборочных работ, мехобработки деталей и сборочных единиц на оборудовании цеха до 2,0;
- изготавливают специальные мерительные инструменты (скобы, микрометры и т. д.);
- изготавливают штамповочное оборудование;
- проводят электроэрозионную обработку деталей;
- в гальваническом отделении цеха проводят работы по хромированию, многослойному покрытию, анодному оксидированию, омеднению, никелированию и лужению деталей;
- проводят термообработку деталей и заготовок (закалка, отжиг, отпуск, ТВЧ);
- проектируют оснастки средней сложности силами технических специалистов цеха.



Все выпускаемые изделия перед отправкой заказчикам проходят **испытания на стендах** предприятия, в необходимых случаях – под нагрузкой. Механосборочный экспериментально-испытательный цех производит испытания гражданской продукции на отдельных стендах в корпусе цеха энергетических турбин. В год испытание в среднем проходят около пяти машин.



## ТКЗ «Красный котельщик»

### Производство поверхностей нагрева

- Поточно-механизированные линии и установки для сварки газоплотных панелей шириной до 1500 мм, длиной до 27 м.
- Поточно-механизированная линия по производству мембранных водяных экономайзеров с продольным оребрением труб токами высокой частоты.
- Гибочные станы для гибки газоплотных панелей шириной до 3 м.
- Трубогибочные станки для гибки труб наружным диаметром от 25 до 60 мм с относительным радиусомгиба  $R \text{ гиб./} D \text{ тр.} > 1$ .
- Сверлильные станки с ЧПУ для обработки отверстий в коллекторах под приварку штуцеров.
- Производственная линия для спирального оребрения труб диаметром 25–114 мм и максимальной длиной 22 м.



### Производство корпусного оборудования

- Листогибочное оборудование для вальцовки обечаек длиной до 13 000 мм при толщине 25 мм и длиной 4000 мм при толщине 150 мм.
- Трехшпиндельный станок с ЧПУ для глубокого сверления отверстий в трубных решетках.
- Установка для крепления теплообменных труб в трубных решетках методом гидрораздачи (гидростатическим способом).
- Сварочное оборудование для обварки труб в трубных досках с использованием орбитальных головок фирмы.
- Кромкострогальный станок с длиной обработки до 12 000 мм.
- Газовые печи с рабочим пространством до 14500×4500×4500 мм для термообработки узлов и изделий.
- Портальные сварочные установки для выполнения поперечных кольцевых сварных соединений изделий диаметром до 3600 мм.
- Консольные сварочные установки для выполнения кольцевых сварных швов изделий диаметром до 5000 мм и продольных сварных соединений длиной до 6000 мм.



## Производство металлоконструкций

- Шестирезаковая раскройная установка.
- Камера дробеочистки для подготовки поверхности изделий к окраске.
- Горизонтально-фрезерно-расточной станок с размерами рабочего пространства 10000×2500×6000 мм.
- Поточная линия для изготовления пакетов горячего и холодного слоев набивки РВП.



## Заготовительное производство

- Портальные машины для термической резки листового проката из углеродистых и низколегированных сталей толщиной до 200 мм.
- Газорезательные машины с ЧПУ.
- Машины для резки узкоструйной плазмой.
- Гильотинные и комбинированные ножницы для механической резки листа толщиной до 32 мм и шириной до 3000 мм.
- Ленточно-пильные станки для раскроя круглого и профильного проката сечением до 700×1200 мм.
- Трубогибочные станки для гибки труб наружным диаметром от 76 до 426 мм с толщинами стенок от 5 до 60 мм.
- Машина с ЧПУ для газокислородной резки фасонных деталей из труб диаметром от 60 до 650 мм и длиной от 800 до 12 000 мм.
- Токарно-карусельные станки с возможностью обработки деталей диаметром до 8000 мм и высотой до 3500 мм.
- Токарно-винторезные станки с возможностью обработки деталей диаметром до 2000 мм и длиной до 10 000 мм.
- Горизонтально-расточные станки с диаметром шпинделя от 80 до 220 мм.
- Обрабатывающие центры с размером рабочей поверхности стола 800×800 мм и 500×500 мм.
- Зубофрезерные станки с наибольшим диаметром обрабатываемых изделий 2000 мм.
- Продольно-фрезерные станки портального типа с максимальным размером стола 2500×8000 мм.
- Прессы гидравлические, кривошипные, винтовые (фрикционные и дугостаторные) с силовыми характеристиками от 40 до 2500 т.



## «Силловые машины – завод Реостат»

### 1. Штамповочное производство



- Усилие прессов до 500 т. Габариты детали до 1000×1000 мм.

### 2. Прессование пластмасс



- Усилие прессов до 400 т. Габариты стола пресса до 1250×1120 мм.

### 3. Механическая обработка



- Токарно-карусельные станки. Обработка деталей диаметром до 3200 мм.
- Горизонтально-расточные станки. Габариты стола до 2000×2500 мм. Высота детали до 2000 мм.
- Токарно-винторезные станки. Обработка деталей диаметром до 1000 мм и длиной 5000 мм.



- Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ. Габариты стола 1250×1250 мм. Высота детали до 1700 мм.



### 4. Пропитка

- Наличие двух установок вакуумно-нагнетательной пропитки. Габариты изделий до 1300×1300×2100 мм.



## 5. Гальваника

- Нанесение гальванического покрытия (цинк, никель, серебро, олово, медь, хром, анодирование, химическое пассивирование).



## 6. Термообработка

- Термическая обработка деталей.  
Габариты детали до 1000×1000 мм.



## 7. Производство электрических машин

- Сборка и испытание электрических машин и их узлов мощностью до 1 МВт и массой до 10 т.



## 8. Сборка и монтаж панелей и шкафов управления



## «Силовые машины – Тошиба. Высоковольтные трансформаторы»

### Заготовительное производство

На заготовительном участке осуществляется производство деталей металлоконструкций узлов трансформатора (бак, расширитель, система охлаждения и прочие узлы).



При изготовлении металлоконструкций трансформатора используется современное оборудование:

- установки плазменной резки с ЧПУ по раскрою листового металлопроката;
- установка по раскрою сортового металлопроката;
- установки с ЧПУ для точной гибки листового проката и труб круглого сечения;
- станки сверлильно-фрезерной и токарной группы для механической обработки деталей.

### Сборочно-сварочное производство

На сборочно-сварочном участке операции выполняются при помощи:

- аппаратов для сварки в защитных газах плавящимся и неплавящимся электродом;
- механизированных установок для сварки продольных и кольцевых швов.



Подготовка и нанесение покрытия на металлоконструкции выполняются в современных камерах дробеструйной очистки и окрасочно-сушильных камерах.



## Изоляционное производство

Существующая база современного технологического оборудования изоляционного производства, в том числе фрезерно-обрабатывающий центр и четырехсторонний продольно-фрезерный станок, позволяет производить широкую номенклатуру изоляционных деталей с улучшенными качественными и точностными характеристиками. Применение малоусадочного толстолистого картона и древесно-слоистых пластиков ведущих мировых производителей вместе с высокой чистотой и точностью обработки на автоматизированных центрах позволяет добиться



высокого качества и точности сборки сложных изоляционных узлов при изготовлении обмоток трансформаторов и сборке активных частей, а также обеспечивает повышенную электродинамическую стойкость.

## Обмоточное производство

Изготовление обмоток всех типов и конструкций с высоким качеством обеспечивается путем использования оборудования вертикального типа с ЧПУ и горизонтального типа с контролем натяжки провода, разделной осевой и радиальной подпрессовкой с заданным усилием.

Сушка обмоток осуществляется в вакуумных шкафах по технологии циклического вакуумирования на стадии прогрева с обеспечением изостатического заданного давления.



Изготовление обмоток осуществляется в производственном помещении с контролируемыми параметрами влажности, температуры и уровня пылесодержания.

## Сборочное производство

Процесс сборочного производства включает в себя этапы от сборки магнитных систем до контрольной сборки общего вида трансформатора. Стержни магнитопроводов трансформаторов изготавливаются на самых современных и полностью автоматизированных линиях раскроя и укладки электротехнической стали, исключая ручную укладку и позволяющих рационально использовать электротехническую сталь.



Раскroенные стержни равномерно запрессовываются, пропитываются специальной изоляционной смолой и подвергаются дальнейшей термообработке. В результате обеспечивается сборка магнитной системы без шихтовки верхнего ярма с заранее скомплектованными стержнями, что значительно снижает уровень механических воздействий на пластины магнитопровода. При производстве магнитопроводов используются современные марки электротехнической стали. Электротехническая сталь перед запуском в производство проходит проверку в заводской лаборатории на соответствие электрическим и изоляционным свойствам, заявленным заводом-изготовителем.

Блочная сборка обмоток, а также первая и вторая сборка трансформаторов осуществляется в специальных «чистых» комнатах с обеспечением контроля пылесодержания. Все сборочные работы осуществляются с применением облегченных механизированных стеллажей, обеспечивающих мобильность производства. Все транспортные перемещения осуществляются с помощью платформ на воздушной подушке. Сборка электрической схемы активной части трансформатора осуществляется с помощью комплекса оборудования для предварительной формовки и обжима провода, с обеспечением 100% контроля всех безразъемных соединений. Сушка активных частей трансформатора осуществляется в вакуумных шкафах по технологии прогрева в парах сольвента.

## Испытательный центр

Испытательный центр оборудован мощной конденсаторной батареей, высоковольтным генератором импульсов, мощным частотным конвертором диапазоном от 50 до 200 Гц. Установленные системы позволяют производить высоковольтные импульсные испытания, приемосдаточные испытания и испытания на нагрев. Испытательный центр аккредитован на техническую компетентность, независимость и соответствие требованиям ГОСТ ИСО/ МЭК 17025-2009 в Федеральной службе по аккредитации.



# ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

---



9 конструкторских центров численностью около 2000 человек



Разработка инновационных продуктов совместно с институтами РАН и другими ведущими отечественными научными организациями



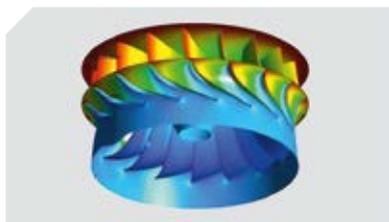
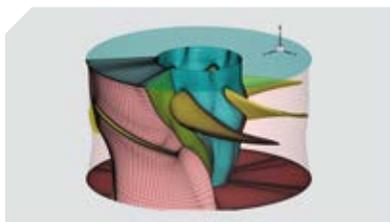
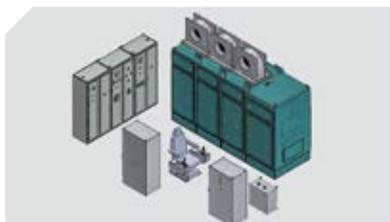
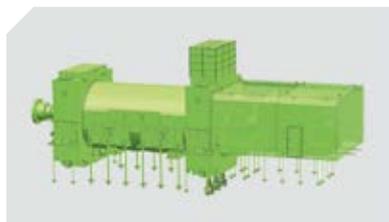
Базовая кафедра ПАО «Силловые машины» «Энерго- и электромашиностроение» в Санкт-Петербургском политехническом университете имени Петра Великого

## Основные направления в области инжиниринга и научно-технической политики:

- Инженерное обеспечение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, разработка технической документации, включая инженерную поддержку при испытаниях готовой продукции и головных образцов на специализированных стендах по всем типам оборудования.
- Инженерная поддержка при производстве продукции, монтажных и пусконаладочных работах на станции.
- Инженерная поддержка сервисных услуг и работ по модернизации оборудования.
- Инженерная поддержка при технологической подготовке производства по номенклатуре продукции «Силловых машин», а также по другим видам продукции.
- Расширение линейки производимого оборудования на основе разработки новых инновационных продуктов с техническими характеристиками, не уступающими мировым аналогам.
- Привлечение к разработке инновационных продуктов институтов РАН и других ведущих отечественных научных организаций.
- Развитие материально-технической базы конструкторских подразделений и исследовательских лабораторий, лабораторно-стендовой базы и повышение квалификации работников.
- Внедрение современных методов расчета и проектирования элементов энергетического оборудования.
- Анализ работы оборудования производства «Силловых машин» на электростанциях и выдача рекомендаций по повышению технико-экономических показателей.
- Патентные исследования и повышение уровня патентной защищенности новых конструкторских решений и технологий.

В соответствии со стратегией развития компании реализуются инновационные проекты по разработке конкурентоспособных видов продукции с использованием современных достижений, а также с учетом опыта эксплуатации и пожеланий заказчиков при установке ее на конкретных объектах:

- пакеты модернизаций выпускаемого оборудования: паровые, гидравлические турбины и вспомогательное оборудование, турбогенераторы и электроприводы различной мощности с улучшенными технико-экономическими показателями;
- паровая турбина мощностью 660 МВт для ТЭС на сверхкритические параметры пара;
- паровой котел энергоблока 660 МВт на суперсверхкритические параметры пара;
- котел-утилизатор для ПГУ большой мощности с прямоточным контуром высокого давления;
- паровые турбины мощностью 100–300 МВт для работы в составе ПГУ;
- тихоходные и быстроходные турбины мощностью 1255 МВт и более, а также соответствующих турбогенераторов по проектам ВВЭР-ТОИ и АЭС-2006;
- создание и вывод на рынок отечественной ветроэнергетической установки мощностью 100 КВт для дизельных электростанций, работающих в условиях Арктики;
- высокоэффективные радиально-осевые гидротурбины на напоры 250–400 м;
- поворотные-лопастные турбины повышенной надежности на напоры 15–25 м с улучшенными кавитационными качествами;
- синхронные электродвигатели и тяговые электроприводы переменного тока различного назначения.



**Основные направления программы НИОКР:**

- создание высокоэффективных проточных частей для нового или реконструируемого паротурбинного и гидротурбинного оборудования;
- создание стальных рабочих лопаток для последних ступеней мощных тихоходных паровых турбин длиной 1760 мм, и их экспериментальная отработка на натурном стенде;
- разработка и исследование новых материалов, конструкции узлов и методов расчета для повышения надежности энергетического оборудования;
- экспериментальная отработка новых конструктивных элементов оборудования с целью повышения эффективности и надежности их работы;
- совершенствование технологий сжигания различных энергетических топлив;
- совершенствование тепловых схем паровых котлов;
- разработка высокопроизводительных программных комплексов для обработки экспериментальных данных, расчета параметров энергетического оборудования.

При производстве инновационного энергооборудования большое внимание уделено внедрению и отработке новых технологий:

- разработка технологии изготовления направляющих лопаток для тихоходных паровых турбин мощностью 1255 МВт;
- освоение технологии сварки роторов низкого давления для мощной тихоходной турбины и композитных роторов турбины на сверхкритические параметры пара.
- внедрение технологий сварки взрывом и сварки трением с перемешиванием для изготовления ответственных узлов электромашин;

Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сопровождается патентными исследованиями, направленными на анализ тенденций развития техники, определение технического уровня разрабатываемой продукции, выявление охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности, экспертизу продукции на патентную чистоту.

В целях обеспечения патентной монополии в странах поставки оборудования осуществляется закрепление исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности.

**«Силовые машины» открыты к сотрудничеству с партнерами и клиентами по разработке новых конкурентоспособных видов продукции в соответствии с последними достижениями науки и индивидуальными потребностями заказчиков.**

# КАЧЕСТВО

---

Обеспечение высокого качества, надежности и безопасности оборудования – приоритетная задача «Силовых машин».

Реализация каждого проекта осуществляется в соответствии с контрактными обязательствами, законодательными и иными нормативными документами, политиками и стандартами систем менеджмента компаний, опыта их работы над предыдущими проектами.

Системы менеджмента качества сертифицированы на соответствие требованиям международных стандартов и стандартов Российской Федерации:

- ПАО «Силовые машины» – ISO 9001, ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ РВ 0015-002;
- ООО «Силовые машины – завод Реостат» – ISO 9001;
- ОАО ТКЗ «Красный котельщик» – ISO 9001, ASME, СТО Газпром 9001;
- ООО «СМТТ» – ISO 9001, ГОСТ Р ИСО 9001.
- ОАО «Калужский турбинный завод» – ISO 9001, ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ РВ 0015-002;

## Гарантии качества продукции

- конструкторские и технологические решения, основанные на детальном расчете и исследованиях;
- уникальная лабораторно-стендовая база;
- современное технологическое оборудование;
- контроль качества на этапах проектирования и разработки, производства и ввода в эксплуатацию;
- парк новейших средств измерений;
- участие заказчика на различных стадиях жизненного цикла продукции.

Для разработки и контроля качества в группе компаний результативно функционируют лаборатории и испытательные стенды. Их техническое оснащение позволяет проводить энергетические, пульсационные, прочностные, кавитационные и вибрационные исследования оборудования в соответствии с действующими стандартами.

Процессы сбора и обработки информации в ходе испытаний автоматизированы, что позволяет оперативно рассчитывать оптимальные характеристики и использовать данные исследований при проектировании и разработке оборудования.

# КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ

«Силовые машины» выполняют полный комплекс работ, включающий:

- проектирование, производство и комплектацию оборудования машинного зала;
- транспортировку и складирование;
- монтаж и пусконаладочные работы;
- модернизацию и реконструкцию оборудования;
- автоматизацию основного и вспомогательного оборудования;
- сервис в гарантийный и послегарантийный период;
- приемочные и гарантийные испытания, ввод в эксплуатацию;
- обучение персонала заказчика.

## РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТЭС

Для теплоэнергетики «Силовые машины» реализуют комплексные проекты под ключ в качестве **ЕРС-подрядчика**, осуществляют комплектную поставку оборудования машинного зала, котельного острова и электросетевого комплекса.

«Силовые машины» проектируют, производят и поставляют паровые турбины и генераторы всех типов мощностью до 1200 МВт, энергетические котлы для энергоблоков на всех видах топлива на докритические и сверхкритические параметры

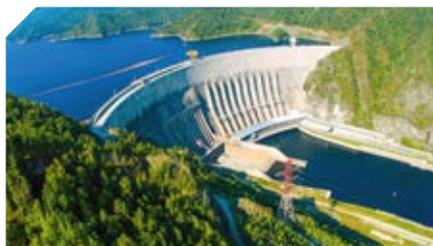


пара мощностью до 1200 МВт, оборудование для ПГУ, геотермальных станций и ТЭС на биомассе, вспомогательное оборудование и системы автоматики.

## РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГЭС

«Силовые машины» предлагают предприятиям гидроэнергетики эффективные комплексные решения по оснащению основным генерирующим оборудованием и его обслуживанию. Компания обеспечивает комплектную поставку оборудования машинного зала – гидравлические турбины и генераторы до 1000 МВт, в т. ч. насос-турбины до 300 МВт, вспомогательное оборудование и системы автоматики.

«Силовые машины» предлагают услуги по сервису, модернизации и реконструкции



оборудования ГЭС, направленные на повышение надежности, экономичности, маневренности, удобства эксплуатации, а также экологических параметров.

## РЕШЕНИЯ ДЛЯ АЭС

«Силловые машины» – единственная российская компания, которая обеспечивает комплектную поставку основного тепломеханического оборудования турбинного острова для АЭС и является лидером среди мировых производителей быстроходных турбин мощностью 800, 1000 и 1200 МВт для энергоблоков АЭС. В зависимости от требований заказчика турбоустановки для энергоблоков АЭС мощностью



1200–1255 МВт могут быть изготовлены как в быстроходном, так и в тихоходном исполнении.

## РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТЭК

Для промышленных предприятий и ТЭК компания создает решения с использованием турбо- и котлоагрегатов малой и средней мощности собственного производства. Также поставляются турбоустановки для энергообеспечения предприятий, котельные агрегаты и котлы-утилизаторы малой мощности.



## РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА

При поставке трансформаторов наша компания выполняет проекты под ключ, включая проектирование, производство, исследования, испытания, гарантийную эксплуатацию и сервис. В продуктовой номенклатуре представлены силовые трансформаторы 110–750 кВ и автотрансформаторы 220–750 кВ.



## РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТА

«Силловые машины» разрабатывают и производят электрооборудование для железнодорожного и горного транспорта, судов, горной техники: генераторы, двигатели, устройства электропривода с различными характеристиками.



# КОМПЕТЕНЦИИ КОМПАНИИ

Реализуем весь комплекс работ для создания эффективных решений в энергетике, электросетевом комплексе, промышленности и транспорте.

Инжиниринг

Производство

Поставка

Сервис

ЕРС

Теплоэнергетика



## Гидроэнергетика

Турбины и генераторы до 1000 МВт, вспомогательное оборудование, системы автоматики



## Теплоэнергетика

ЕРС-проекты. Турбины и генераторы до 1200 МВт, котельное и вспомогательное оборудование, системы автоматики



## Атомная энергетика

Турбины и генераторы до 1200 МВт, вспомогательное оборудование, системы автоматики



## Транспорт

Генераторы, двигатели, устройства электропривода для железнодорожного и горного транспорта, судов, горной техники



## Энергообеспечение ЖКХ и промышленности

Турбоагрегаты, котлоагрегаты малой и средней мощности, котельные агрегаты, котлы-утилизаторы малой мощности



## Электросетевой комплекс

Силовые трансформаторы 110 – 750 кВ мощностью от 25 до 630 МВА, автотрансформаторы 220 – 750 кВ

## Все виды сервисных услуг – от единичных ремонтов до долгосрочных соглашений на оказание сервисных услуг

### От 2 до 25 лет

сроки действия сервисных пакетов

### Объекты модернизации

турбины, генераторы, котлы, АСУ, программные продукты

### Преимущества

- Снижение эксплуатационных издержек
- Повышение надежности, безопасности и эффективности оборудования
- Продление срока эксплуатации оборудования

### Составляющие сервисных пакетов

**1 Реконструкция**  
значительное повышение проектных параметров с заменой всех основных узлов и механизмов

**2 Планово-предупредительные и аварийные ремонты**

**3 Модернизация**  
повышение параметров оборудования сверх проектных показателей с заменой части основных узлов и механизмов

**4 Послегарантийное обслуживание**

**5 Реновация**  
приведение параметров оборудования к проектному уровню

### Формы сервисных пакетов



Технические консультации



Шеф-инженерное сопровождение



Регулярные технические обследования, контроль и диагностика оборудования



Оперативное обеспечение запчастями



Капитальные и текущие ремонты



Модернизация оборудования

# ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА





# ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Для теплоэнергетики «Силловые машины» реализуют комплексные проекты под ключ, осуществляют комплектную поставку оборудования машинного зала, котельного острова и электросетевого комплекса.

**Более 110 лет опыта** в проектировании и производстве оборудования для тепловых станций.

**Более 45% тепловых электростанций**, а также около 40% газотурбинных электростанций и парогазовых установок в России оснащены паротурбинным оборудованием «Силловых машин».

**Наши котельные системы** установлены **на каждой второй электростанции** России и стран СНГ.

Проектирование и производство энергооборудования **различных модификаций и мощностей**, а также систем автоматики на основе самых прогрессивных технологий.

**Комплексное сервисное обслуживание** и решения по модернизации.





# ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

«Силовые машины» – поставщик комплексных решений для теплоэнергетики.

«Силовые машины» проектируют, производят и поставляют:

- паровые турбины различных типов мощностью до 1200 МВт, включая турбины для АЭС;
- турбогенераторы различных типов мощностью до 1200 МВт;
- котельное оборудование: энергетические котлы, котлы-утилизаторы, теплообменное и вспомогательное оборудование;
- электротехнические системы автоматики;
- вспомогательное оборудование: конденсаторы, маслоохладители, КПУ, обратные клапаны на отборах пара, фильтры и др.

## EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION)

Осуществление EPC-проектов – новое направление деятельности «Силовых машин». Компания с 2013 года развивает компетенцию генерального подрядчика по строительству тепловых электростанций под ключ.

### Компетенции «Силовых машин» в EPC

- Управление проектом.
- Проектирование.
- Изготовление и поставка основного оборудования.
- Поставка вспомогательного оборудования.
- Строительство.
- Монтаж оборудования.
- Пусконаладка и ввод в эксплуатацию.

### Строительство второй очереди Благовещенской ТЭЦ, Россия

**Объем обязательств:** генеральный подрядчик строительства, производство и поставка энергетического оборудования

**Мощность энергоблока:** 120 МВт, тепловая мощность 188 Гкал/ч

**Ввод в эксплуатацию:** 2016 год

**Особенность проекта:** необходимость проведения работ в условиях функционирующего энергетического объекта



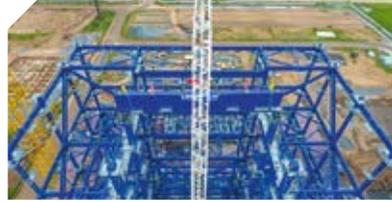


## Строительство ТЭС Лонг Фу-1, Вьетнам

**Объем обязательств:**  
генеральный подрядчик строительства

**Мощность ТЭС:**  
1200 МВт (2×600 МВт)

**Ввод в эксплуатацию:** 2019 год



## Реконструкция под ключ двух энергоблоков Норильской ТЭЦ-2, Россия

**Объем обязательств:**  
демонтаж отработавшего нормативный срок оборудования, производство и пуск в эксплуатацию нового оборудования

**Мощность ТЭЦ-2:** 260 МВт (2×130 МВт)

**Ввод в эксплуатацию:** 2020–2022 годы

**Особенность проекта:**

- климатические условия (устойчивые низкие температуры, длительный холодный период);
- общая изношенность действующего и не подлежащего замене в рамках проекта оборудования Норильской ТЭЦ-2



## Модернизация паросилового хозяйства НАО «СВЕЗА Усть-Ижора» со строительством котельной для обеспечения предприятия тепловой и электрической энергией

**Объем обязательств:**  
генеральный подрядчик строительства, производство и поставка основного энергетического оборудования

**Мощность тепловая:** 55,6 МВт (2×27,8 МВт)

**Мощность электрическая:** 4,5 МВт

**Ввод в эксплуатацию:** 2019 год

**Особенность проекта:** необходимость проведения работ в условиях действующего предприятия





## ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

### ТКЗ «Красный котельщик»

Таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик» является ведущим поставщиком прямоточных котлов для энергоблоков 1200, 800, 600, 300 МВт на сверхкритическое давление пара (СКД) для мощных тепловых электростанций. ТКЗ «Красный котельщик» выполняет разработку и комплектную поставку оборудования котельных агрегатов сверхкритического давления любой мощности на любом топливе. Котлы СКД отвечают

самым современным требованиям: в частности, обеспечивают работу и пуски энергоблоков на скользких параметрах. Для оборудования характерны простота конструкции, отработанность и надежность технических решений. Это высокотехнологичные котельные агрегаты, оснащенные высокоэффективными горелочными устройствами и имеющие технико-экономические и экологические показатели мирового уровня.

#### Высокий технический уровень конструкций котлов обеспечивается:

- участием специалистов «Красного котельщика» в испытаниях и наладке котельных агрегатов и их узлов, в исследовании оборудования непосредственно на электростанциях;
- гидравлическими, аэродинамическими и прочностными испытаниями на заводских стендах натуральных образцов ответственных элементов оборудования;
- аэродинамическими исследованиями на физических моделях;
- трехмерным геометрическим моделированием различных систем котлов;
- многовариантными расчетами с применением математического моделирования и расчетного анализа с использованием суперкомпьютера.

#### Котельное оборудование для ТЭС проектного исполнения характеризуется:

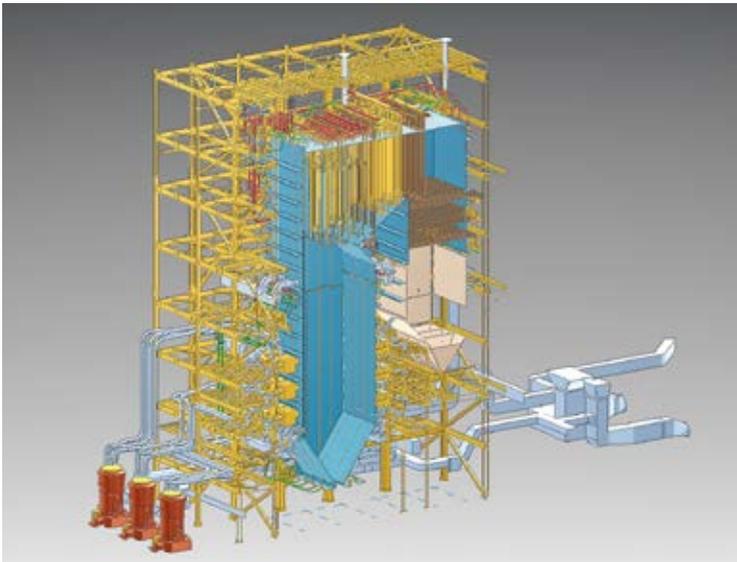
- высоким КПД;
- отработанной проектной базой с имеющимися возможностями изготовления котлов высокого давления (ВД), СКД и супер-СКД начального уровня параметров;
- возможностями дальнейшего развития прогрессивных направлений (ЦКС и др.) в сочетании с другими технологиями (ПГУ, газогенерация);
- технологической и материальной базой (стали, трубы, поковки);
- технологическими решениями по снижению вредных выбросов в атмосферу за счет изменения конструкции котлов;
- возможностью комплексной работы по улучшению всех узлов выпускаемых паровых котлов, повышающих экономичность и снижающих расходы на собственные нужды паротурбинных блоков;
- возможностью дальнейшего повышения единичной мощности паровых котельных агрегатов, энергоблоков и ТЭС в целом;
- возможностью применения новых технологий топочных и других котельных процессов;
- возможностью применения котельных установок в различных сочетаниях с газотурбинными технологиями в установках ПГУ разных видов и схем (от ПГУ со сбросом газов ГТ в твердотопливные котлы до создания ПГУ с газогенерацией из твердого топлива и с КУ за ГТ).

## Общие принципы проектирования и исследований

«Красный котельщик» ведет постоянную работу по созданию нового и реконструируемого котельного оборудования для теплоэнергетических блоков. Основная тенденция – обеспечение максимальных показателей эффективности и экологичности котлоагрегатов и энергоблока в целом. Деятельность предприятия сопряжена с научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими и перспективными проектными работами.

Применение современных технологий проектирования приводит к существенному снижению конструктивных рисков как при новом строительстве, так и при реконструкции оборудования.

- Трехмерное графическое проектирование (общие виды оборудования, отдельные узлы и элементы).
- Трехмерное моделирование топочных процессов в энергетических котлах, работающих на разных видах топлива, оптимизация схем сжигания.
- Трехмерные прочностные расчеты с учетом механического и теплового воздействия.
- Трехмерные расчеты аэродинамики, гидродинамики, теплообмена в теплообменном оборудовании, котлах-утилизаторах.
- Комплексные расчеты конструкций в связанной постановке (аэродинамика–теплопередача–прочность).
- Трехмерный расчетный анализ и оптимизация газоходов, пылевоздухопроводов, трубопроводов, паропроводов.





## Котлы энергоблоков мощностью 800 МВт, паропроизводительность 2650 т/ч

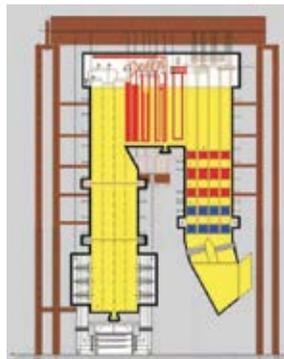
### Газомазутные котлы (ТГМП-1202; ТГМП-204; ТГМП-806ХЛ; ТГП-805СЗ)

Паровые котлы паропроизводительностью 2650 и 3950 т/ч предназначены для получения перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) при сжигании природного газа и мазута.

Котлы прямоточные, однокорпусные, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева.

Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы панелями из труб. Экраны топочной камеры разделены между собой по высоте на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационные части.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды или собственного конденсата. Регулирование температуры перегрева пара низкого давления производится за счет паропаровых теплообменников, регулирующей ступени или рециркуляцией дымовых газов. В котлах организовано многоступенчатое сжигание топлива для снижения возможных выбросов окислов азота. Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
Пп-2650-25-545/542ГМН (ТГМП-204)

### Основные характеристики котлов

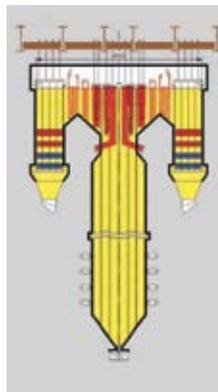
Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Пп-3950-25-545/545ГМ (модель ТГМП-1202)	1097,2 (3950)	25,5 3,7	545 545	31,25	29,3	67,5	Природный газ, мазут
Пп-2650-25-545/542ГМ (модель ТГМП-806ХЛ)	736,1 (2650)	25,5 3,7	545 542	20,7	29,0	59,9	Природный газ, мазут
Пп-2650-25-545/542Г (модель ТГП-805СЗ)	736,1 (2650)	25,5 3,6	545 542	20,7	29,0	53,0	Природный газ
Пп-2650-25-545/542ГМН (модель ТГМП-204)	736,1 (2650)	25,5 3,8	545 542	20,7	29,02	67,3	Природный газ, мазут

## Пылеугольные котлы (ТПП-200; ТПП-804; ТПП-807)

Паровые котлы паропроизводительностью 2650 т/ч предназначены для получения перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) при сжигании твердого топлива.

Котлы прямоточные, имеют П/Т-образную компоновку поверхностей нагрева. Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы панелями из труб. Экраны топочной камеры разделены между собой по высоте на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационные части.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды или собственного конденсата. Регулирование температуры перегрева пара низкого давления производится за счет паропаровых теплообменников, регулирующей ступени или рециркулирующей дымовых газов. В котлах организовано многоступенчатое сжигание топлива для снижения возможных выбросов окислов азота. Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
Пп-2650-25-545/545КТ (ТПП-807)

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Пп-2650-25-545/545КТ (модель ТПП-807)	736,1 (2650)	25,5 3,6	545 545	48,34	30,98	98,0	Китайские каменные угли
Пп-2650-25-545/542КТ (модель ТПП-804)	736,1 (2650)	25,5 3,6	545 542	70,7	15,5	97,6	Кузнецкий каменный уголь
Пп-2500-565/570Ж (модель ТПП-200)	694,4 (2500)	25,5 3,7	565 570	21,1	29,1	45,0	Антрацит
Пп-2650-25-545/542ГМН (модель ТГМП-204)	736,1 (2650)	25,5 3,8	545 542	20,7	29,02	67,3	Природный газ, мазут



## Котлы энергоблоков мощностью 600–660 МВт, паропроизводительность 1900–2225 т/ч

### Пылеугольные котлы (ТП-600)

Паровые котлы паропроизводительностью 1900–2225 т/ч предназначены для получения перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) при сжигании твердого топлива.

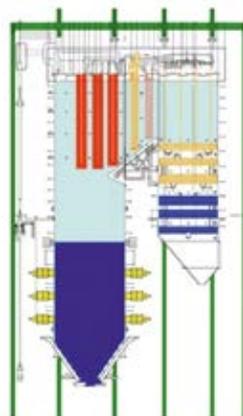
Котлы прямоточные, однокорпусные, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева.

Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы панелями из труб. Экраны топочной камеры разделены между собой по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части.

Пуски и работа котлов осуществляются на скользящих параметрах.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды или собственного конденсата. Регулирование температуры перегрева пара низкого давления производится за счет регулирующей ступени или рециркуляцией дымовых газов. В котлах организовано многоступенчатое сжигание топлива для снижения возможных выбросов окислов азота.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
Тпп-1900-25,8-568/568КТ (ТПП-600)

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Тпп-1900-25,8-568/568КТ (модель ТПП-600)	527,8 (1900)	25,8 5,7	568 568	56,0	54,8	84,78	Битуминозный уголь

## Котлы энергоблоков мощностью 300–350 МВт, паропроизводительность 1000–1080 т/ч

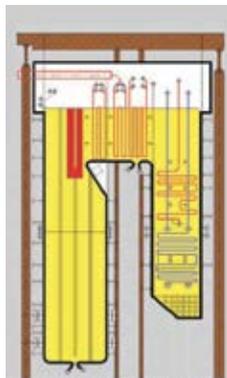
### Газомазутные котлы (ТГМП-114; ТГМП-314; ТГМП-324; ТГМП-344СО; ТГМП-354ПБ)

Паровые котлы паропроизводительностью 1000–1080 т/ч предназначены для получения перегретого пара с рабочим давлением 25,5 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) при сжигании природного газа и мазута. Котлы прямоточные, однокорпусные, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева.

Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы панелями из труб. Экраны топочной камеры разделены между собой по высоте на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационные части.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды или собственного конденсата. Регулирование температуры перегрева пара низкого давления производится за счет паропаровых теплообменников, регулирующей ступени или рециркуляцией дымовых газов. В котлах организовано многоступенчатое сжигание топлива для снижения возможных выбросов окислов азота.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
Кп-1000-25-545/542ГМН (ТГМП-354)

#### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Кп-1000-25-545/542ГМН (модель ТГМП-354)	277,8 (1000)	25 3,8	545 542	20,5	25,3	49,94	Природный газ, мазут
Кп-1000-25-545/542ГМН (модель ТГМП-344)	277,8 (1000)	25 3,8	545 542	20,5	25,3	49,94	Природный газ, мазут
Пп-950-25-545/545 (модель ТГМП-324)	263,9 (950)	25,5 3,95	545 545	24,0	18,6	51,4	Природный газ, мазут
Пп-1000-25-545/545 (модель ТГМП-314)	277,8 (1000)	25,5 3,7	545 545	23,7	18,6	41,4	Природный газ, мазут
Пп-1000-25-545/545 (модель ТГМП-114)	277,8 (1000)	25,5 3,7	545 545	18,0	12,0	34,0	Природный газ, мазут

## Пылеугольные котлы (ТПП-110; ТПП-210; ТПП-312А; ТПП-315С; ТПП-316СО; ТПП-317)

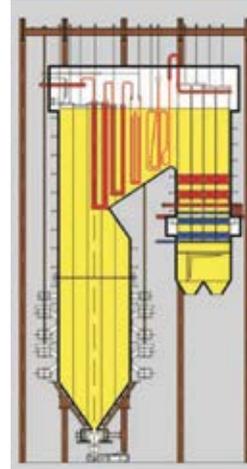
Паровые котлы паропроизводительностью 1000–1080 т/ч предназначены для получения перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) при сжигании твердого топлива.

Котлы прямоточные, однокорпусные/двухкорпусные, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева.

Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы панелями из труб. Экраны топочной камеры разделены между собой по высоте на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационные части.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды или собственного конденсата. Регулирование температуры перегрева пара низкого давления производится за счет паропаровых теплообменников, регулирующей ступени или рециркуляции дымовых газов. В котлах организовано многоступенчатое сжигание топлива для снижения возможных выбросов окислов азота.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
Пп-1000-25-545/545 (ТПП-317)

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Пп-1000-25-545/545 (модель ТПП-317)	277,8 (1000)	25,5	545 545	24,0	37,0	70,0	Твердое топливо
Пп-1000-25-545/545 (модель ТПП-316СО)	277,8 (1000)	25,5	545 545	24,0	37,0	70,0	Твердое топливо
Пп-1000-25-545/545КТ (модель ТПП-315С)	277,8 (1000)	25 3,8	545 545	24,0	37,0	71,2	Китайские каменные угли
Пп-1000-25-545/545Ж (модель ТПП-312А)	277,8 (1000)	25 3,9	545 545	18,6	23,6	51,0	Донецкий уголь марки «Г»
Пп-950-25-545/545КЖ (модель ТПП-210)	263,9 (950)	25,5 3,7	545 545	12,0	19,0	46,5	Кузнецкий уголь марки «Т»
Пп-1000-25-545/545Ж (модель ТПП-110)	277,8 (1000)	25,5 3,7	545 545	19,0	18,0	46,5	Каменный уголь марки «Т»

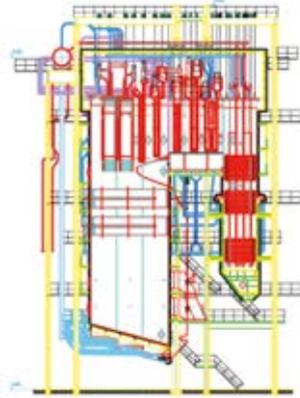
## Котлы энергоблоков мощностью 200–225 МВт

Газомазутные котлы, паропроизводительность 640–670 т/ч

Паровые котлы паропроизводительностью 640–670 т/ч предназначены для получения перегретого пара высокого давления при сжигании природного газа и мазута.

Котлы однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой. Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми варены полосы.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды и собственного конденсата. В котлах организовано многоступенчатое сжигание топлива для снижения возможных выбросов окислов азота. Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
ТГМЕ-206 (670 т/ч)

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Еп-670-13,8-541ГМН (модель ТГМЕ-223/ВО)	186,1 (670)	13,8 3,62	541 541	18,8	21	51,245	Природный газ, мазут, сырая нефть
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-221)	186,1 (670)	13,8 2,5	545 545	18,8	21	50,885	Природный газ, мазут
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-206/БСО)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	Природный газ, мазут
ТГМ-104/СО	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	–	–	–	Природный газ, мазут
ТГМ-104/А	177,8 (640)	13,8 2,4	545 545	–	–	–	Природный газ, мазут



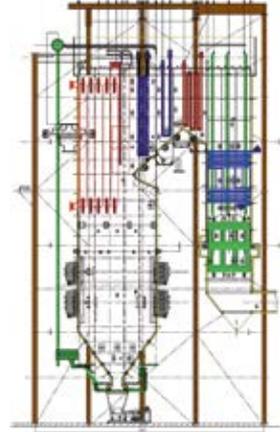
## Пылеугольные котлы, паропроизводительность 630–670 т/ч

Котлы данного типа предназначены для получения пара высокого давления с промперегревом при сжигании каменного угля.

Паровые котлы однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры и газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса. Регулирование температуры перегрева пара высокого давления осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла  
Ep-630-13,8-565/570KT

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Ep-640-13,8-545KT (модель ТПЕ-214)	186,1 (670)	13,8 2,44	545 545	36,0	40,0	68,89	Каменные угли
Ep-670-13,8-545ГКТ (модель ТПГЕ-215)	186 (670)	13,8	545	32,8	23,0	56,5	Каменный уголь, природный газ
Ep-670-13,8-545БТ (модель ТПЕ-216)	186,1 (670)	13,8	545	37,2	36,1	74,5	Харанорские, иршабординские, березовские и др. бурые угли
Ep-630-13,8-565/570KT (модель ТПЕ-223)	175 (630)	13,8	565	28,0	36,2	64,9	Кузнецкий уголь марки «ДГ»

## Котлы паропроизводительностью 400–500 т/ч

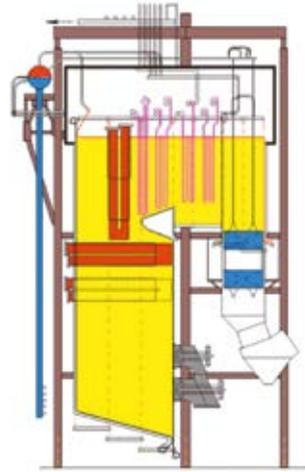
### Газомазутные котлы 400–500 т/ч

Паровые котлы данной группы предназначены для получения перегретого пара высокого давления при сжигании природного газа и мазута.

Паровые котлы, однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, подъемного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми сварена полоса. Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды. Схема сжигания газа и мазута позволяет организовать ступенчатое сжигание топлива с целью максимального подавления выбросов окислов азота.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла ТГМЕ-464

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Е-500-13,8-560 ГН (модель ТГМЕ-436)	138,9 (500)	13,8	560	14,6	17,9	41,6	Природный газ, мазут
Е-480-13,8-560 ГМ (модель ТГМ-96)	133,3 (480)	13,8	560	В зависимости от модификации			Природный газ, мазут
Е-420-13,8-560 ГМ (модель ТГМ84)	116,6 (420)	13,8	560	В зависимости от модификации			Природный газ, мазут
Е-500-13,8-560 ГН (модель ТГМЕ-464)	138,9 (500)	13,8	560	17,48	17,8	35,8	Природный газ, мазут



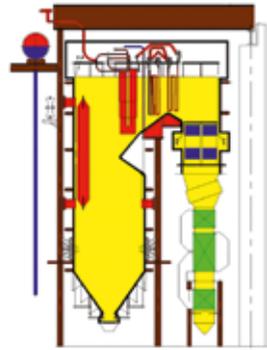
## Пылеугольные котлы 400–500 т/ч

Паровые котлы данной группы предназначены для получения перегретого пара высокого давления при сжигании каменного угля.

Паровые котлы, однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, подъемного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми сварена полоса. Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла ТПЕ-429

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Е-500-13,8-560КТ (модель ТПЕ-430)	138,9 (500)	13,8	560	24,0	24,0	43,8	Кузнецкий уголь марки «СС»
Е-420-13,8-560 КТ (модель ТП-87)	116,6 (420)	13,8	560	-	-	-	Каменный уголь
Е-400-13,8-560 КТ (модель ТПЕ-429)	111,1 (400)	13,8	560	24,0	24,0	43,8	Каменный уголь, природный газ
Е-420-13,8-560	420	13,8	560	19,5	20,0	42,0	Бурый уголь

## Котлы паропроизводительностью 200–270 т/ч

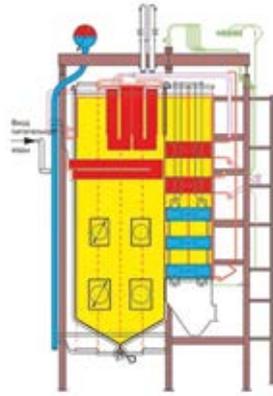
### Газомазутные котлы 200–220 т/ч

Паровые котлы данной группы предназначены для получения перегретого пара высокого давления при сжигании природного газа и мазута.

Паровые котлы, однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, подъемного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми сварена полоса. Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды. Схема сжигания газа и мазута позволяет организовать ступенчатое сжигание топлива с целью максимального подавления выбросов окислов азота.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла ТГМЕ-159М

#### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Е-200-9,8-540 ГМ (модель ТП-200)	55,5 (200)	9,8	540	–	–	–	Природный газ, мазут
Е-220/100-ГМ (модель ТГМ-161М)	61,12 (220)	9,8	540	13,4	10,4	29,9	Природный газ, мазут
Е-220-9,8-540 ГМ (модель ТГМ-159)	61,12 (220)	9,8	540	–	–	–	Природный газ, мазут



## Пылеугольные котлы 200–270 т/ч

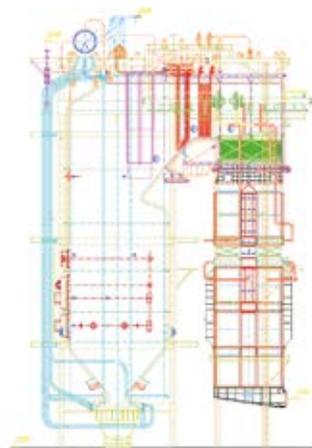
Паровые котлы данной группы предназначены для получения перегретого пара высокого давления при сжигании каменного угля.

Паровые котлы, однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, подъемного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми сварена полоса.

Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла E-250-9,8-545 КТ

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
E-200-9,8-540 КТ (модель ТП-200-1)	55,5 (200)	9,8	540	–	–	–	Каменный уголь
E-210-9,8-560КТС (модель ТПЕ-131)	58,33 (210)	13,8	560	1,0	19,38	38,8	Каменный уголь
E-220-9,8-540 КТ (модель ТП-13)	61,12 (220)	9,8	540	–	–	–	Каменный уголь
E-230-9,8-540 КТ (модель ТП-230-2)	63,88 (230)	9,8	540	–	–	–	Каменный уголь
E-240-9,8-540 КТ (модель ТП-240)	66,66 (240)	9,8	540	–	–	–	Каменный уголь
E-250-9,8-545 КТ	250	9,8	545	19,5	27,0	32,9	Каменный уголь
E-270-9,8-540 КТ	270	9,8	540	19,5	27,0	32,9	Каменный уголь

## Котлы паропроизводительностью 50–150 т/ч

### Газомазутные котлы 50–160 т/ч

Паровые котлы данной группы предназначены для получения перегретого пара среднего/высокого давления при сжигании природного газа и мазута.

Паровые котлы однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры и опускного конвективного газохода образованы газоплотными панелями из труб, между которыми варена полоса.

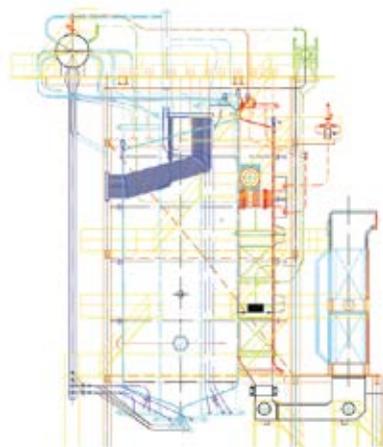
Пароперегреватели и мембранный экономайзер расположены последовательно по ходу дымовых газов.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыскивающими/поверхностными парохладителями.

Котлы оборудованы четырьмя газомазутными горелками, соплами для ввода вторичного воздуха при работе на газе или для ввода газов рециркуляции при работе на мазуте. Данное мероприятие позволяет организовать ступенчатое сжигание топлива с целью получения минимальных выбросов окислов азота.

Подогрев воздуха осуществляется в вынесенном за пределы котла трубчатом воздухоподогревателе.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.



Общий вид котла E-75-3,9-350 GM

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Основной вид топлива
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
E-160-3,9-440GM (модель ТГМЕ-190)	44,4 (160)	3,9	440	11,28	13,35	26,27	Природный газ, мазут
E-100-11,8-535GN (модель ТГ-070)	27,8 (100)	11,8	535	9,6	9,775	19,375	Природный газ, метан-водородная фракция
E-60-9,5-510ДФТ	16,7 (60)	9,5	510	–	–	–	Древесные отходы, фрезерный торф
E-75-3,8-350GM	75	3,8	350	6,9	12,4	20,5	Природный газ



## Котлы-утилизаторы для парогазовых установок

Котлы-утилизаторы паровые с горизонтальным потоком газа, с полной естественной циркуляцией, с дожигающим устройством или без него, на одно, два или три давления пара позволяют удовлетворить практически любые требования заказчика

по применению котлов на энергетических объектах в схемах за всеми типами газовых турбин единичной мощностью до 300 МВт и выше для блоков ПГУ единичной электрической мощностью до 900 МВт и выше для различных энергетических объектов.

### Технические особенности котлов-утилизаторов

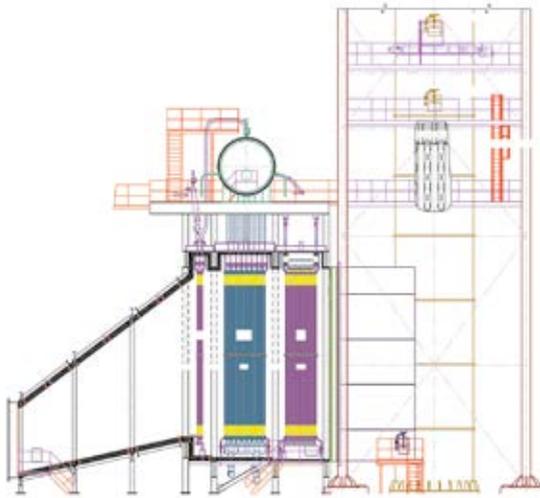
Специальная конструкция экономайзера обеспечивает полную равномерность полей скоростей и температур сред в пакете и свободное расширение всех элементов пакета в целом, а также исключает проблемы с вскипанием среды в трубах.

- Применение, при необходимости, распределительных решеток, выравняющих поля скоростей и направления потоков газов.
- Регулирование температуры пара на выходе из промпароперегревателя посредством байпасной системы.
- Использование легированной стали для испарителя низкого давления, что предотвращает разрушение труб испарителей низкого давления по причинам, связанным с их коррозионно-эрозионным износом.
- Применение, при необходимости, специальных конструкций змеевиков экономайзеров.
- Применение новых экономичных схем предварительного подогрева конденсата/питательной воды.
- Обеспечение свободного теплового расширения змеевиков и трубопроводов.
- Применение усиленной конструкции обшивки входного/основного газоходов.
- Обеспечение возможности установки систем подавления выбросов NOX и CO.
- Установка высокоэффективных и экологически чистых дожигающих устройств.

### Применение дожигающего устройства (котлы-утилизаторы с дожигающим устройством)

Применение дожигающих устройств позволяет обеспечить требуемые параметры пара после КУ в случае, если эти параметры не обеспечиваются выхлопными газами газовой турбины вследствие климатических/сезонных условий или типом самой газовой турбины.

## Котлы-утилизаторы одноконтурные



Общий вид котла-утилизатора E-65-4,0-440

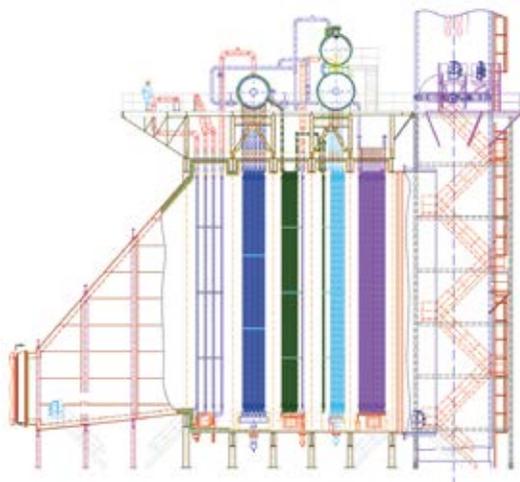
Котлы-утилизаторы одноконтурные предназначены для выработки пара одного давления. Перегретый пар от котла-утилизатора поступает в общестанционный коллектор и далее используется для технологических нужд.

Котлы-утилизаторы с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева подвесной конструкции. Поверхности нагрева выполнены из труб с наружным спирально-ленточным оребрением.

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Примечание
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
E-65-4,0-440	65	4,0	440	9,5	14,9	17,5	Утилизация тепла газов ГТУ

## Котлы-утилизаторы двухконтурные



Общий вид котла-утилизатора E-114/16-8, 1/0,7-535/218-3,8вв

Котлы-утилизаторы двухконтурные предназначены для выработки пара двух давлений.

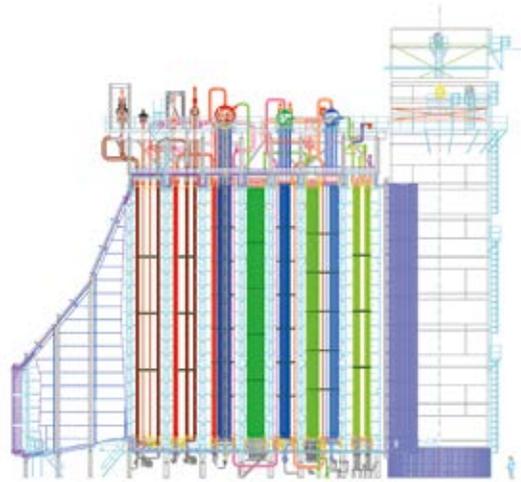
Котлы-утилизаторы двух контуров давлений с естественной циркуляцией,

горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева подвесной конструкции. Поверхности нагрева выполнены из труб с наружным спирально-ленточным оребрением.

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Примечание
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
E-114/16-8, 1/0,7-535/218-3,8вв	114/16	8,1/0,7	535/218	12,16	21,38	25,625	Утилизация тепла газов ГТУ
E-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280	57,5/12,0	7,4/0,6	520/280	10,76	18,545	22,45	Утилизация тепла газов ГТУ
E-229/50,2-7,85/0,59-507/227	229/50,2	7,85/0,59	507/227	14,31	31,945	29,35	Утилизация тепла газов ГТУ
E-236/40,2-9,15/1,5-515/298-19,3вв	236/40,2	9,15/1,5	515/298	16,03	20,225	30,7	Утилизация тепла газов ГТУ
E-236/40,5-9,3/1,5-514/299-22,2вв	236/40,5	9,3/1,5	514/299	16,03	20,225	30,7	Утилизация тепла газов ГТУ
Ед-227/50-10,6/1,64-515/291-15,1вв	227/50	10,6/1,64	515/291	18,8	31,5	28,7	Утилизация тепла газов ГТУ
E-220/50-8,33/0,6-517/211	220/50	8,33/0,6	517/211	14,3	32,85	31,8	Утилизация тепла газов ГТУ
Ед-160/14-9,0/0,7-552/210	160/14	9,0/0,7	552/210	12,9	24,75	26,5	Утилизация тепла газов ГТУ

## Котлы-утилизаторы трехконтурные



Общий вид котла-утилизатора Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237

Котлы-утилизаторы предназначены для выработки пара высокого, среднего и низкого давлений за счет утилизации тепла выхлопных газов от газовой турбины при работе в составе парогазовой установки (ПГУ).

Котлы-утилизаторы горизонтального профиля, трехбарабанные, с промперегревом, с естественной циркуляцией среды

в контурах высокого (ВД), среднего (СД) и низкого давлений (НД), с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, с подвеской к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции. Барабаны устанавливаются на каркас котла. Поверхности нагрева выполнены из труб с наружным спирально-ленточным оребрением.

### Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Примечание
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка по верхней точке котла	
Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237	270/316/46	12,5/3,06/0,46	560/560/237	21,7	30,15	31,5	Утилизация тепла газов ГТУ
Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237	270/316/46	12,5/3,06/0,46	560/560/237	21,7	30,15	31,5	Утилизация тепла газов ГТУ
Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237	270/316/46	12,5/3,06/0,46	560/560/237	21,7	30,15	31,5	Утилизация тепла газов ГТУ
Еп-274/320/44,6-12,69/3,08/0,46-566/561/237	274/320/44,6	12,69/3,08/0,46	566/561/237	20,86	29,9	32,07	Утилизация тепла газов ГТУ



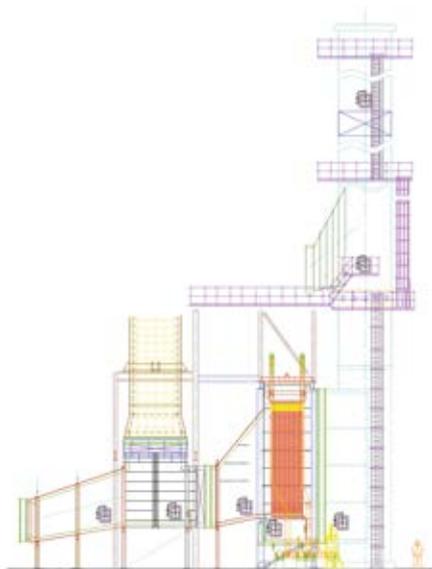
## Водогрейные котлы-утилизаторы

Водогрейный котел-утилизатор предназначен для нагрева сетевой воды системы отопления за счет утилизации тепла выхлопных газов газовой турбины.

КУВ изготавливаются в виде унифицированных транспортабельных блоков-модулей, образующих при сборке газоплотный корпус.

Конструкция котлов обеспечивает:

- возможность обслуживания оборудования и арматуры при эксплуатации и ремонте;
- доступность для сварки монтажных стыков труб и коллекторов.
- защиту персонала от ожогов путем выбора толщины теплоизоляции элементов КУВ;
- газоплотность обшивки КУВ и газоходов;
- возможность трассировки кабельных трасс, импульсных трубок, а также установки измерительных устройств, арматуры, штуцеров, бобышек и других отборных устройств для контрольно-измерительных приборов, автоматики и защит в местах, удобных для обслуживания, обеспеченных площадками и лестницами;
- поддержание КУВ в горячем резерве путем закрытия отсечного клапана (дождевой заслонки) на выходе из дымовой трубы при останове;
- полное дренирование поверхностей нагрева и трубопроводов, а также возможность проведения их предупусковых и эксплуатационных промывок и консервации;



Общий вид котла-утилизатора  
КУВ-46,4-130

Основные характеристики котлов

Модель котла	Производительность (т/ч)	Тип котла, наличие дожигания	Тип газовой турбины (мощность, МВт)
ТКУ-8	457	Водогрейный без дожигания	ГТЭ-25У (25)
ТКУ-9	246,5	Водогрейный без дожигания	ГТЭ-6 (6)
КУВ-46,4-130	46,4**	Водогрейный без дожигания	LM6000 PF Sprint (47,06)
ТКУ-12	135	Водогрейный без дожигания	ПАЭС-2500(2,5)



## Водогрейные газомазутные котлы

Котлы водогрейные КВ-Г, КВа предназначены для получения горячей воды с температурой до 95 °С, которая может быть использована в системах отопления и горячего водоснабжения на объектах промышленности, жилищно-коммунального хозяйства и в аграрном секторе.

Котлы изготавливаются в газоплотном исполнении и предназначены

для работы на природном газе или на легком жидком топливе.

В комплект поставки входит котел с изоляцией и обшивкой; горелочное устройство; вентилятор с электроприводом; подводящий и отводящий патрубки; комплект средств управления; КИП и арматура в пределах котла; комплект топливной арматуры.

Тип котла	Параметры				Расход воды через котел, т/ч	Габаритные размеры, м			Общая масса, т	КПД котла (брутто), %
	Теплопроизводительность, МВт (Гкал/ч)	Давление на выходе, МПа, не более	Температура воды на входе, °С	Температура воды на выходе, °С		Ширина	Длина	Высота		
КВ-Г-1,1-95	1,1 (1,0)	1,6	70	95	38	1,17	4,55	1,9	3,1	92,4
КВ-Г-2,5-95	2,5 (2,15)				86			2,2	5,0	
КВа-0,4 ГН	0,4 (0,35)	0,4	70	95	13,7	1,26	2,6	1,68	1,25	92
КВа-1,1-95 ЛЖ	1,1 (1,0)	1,6			38	1,17	4,55	1,9	3,7	91,2
КВа-2,5-95 ЛЖ	2,5 (2,15)		86	2,2	5,64			91		



# ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

## Ленинградский Металлический завод

### Общие характеристики и основные преимущества

#### Высокая экономичность и надежность

Технико-экономические показатели выпускаемых турбин по характеристикам проточных частей обеспечивают КПД на уровне ведущих мировых производителей. Многолетний опыт эксплуатации турбин позволяет сегодня уверенно гарантировать их работоспособность в течение более 40 лет и межремонтный период не менее 6 лет.

Высокие показатели экономичности и надежности паровых турбин обеспечены:

- аэродинамическими экспериментальными испытаниями лопаток, подтверждающими их надежность и эффективность;
- плавными меридиальными обводами проточной части;
- проверками конструкции лопаток CFD-методами;
- трехмерным профилированием направляющих лопаток; оптимизацией паровпусков, отборов и выхлопов CFD-методами;
- новыми усовершенствованными конструкциями уплотнений;
- внедрением современных прогрессивных методов проектирования, а также технологий и оборудования от ведущих российских и мировых производителей.

#### Снижение потерь

Снижение потерь достигается применением высокоэкономичного облопачивания, современных типов уплотнений, развитого влагоудаления в конструкции проточной части низкого давления, а также развитой системы регенеративных подогревателей.

#### Рабочие лопатки

Рабочие лопатки всех ступеней выполняются с цельнофрезерованными бандажами, что повышает надежность и эксплуатационные характеристики ступеней. Специалистами «Силовых машин» разработаны и внедрены новые типы высокоэффективных уплотнений, которые позволяют уменьшить периферийные зазоры

рабочих лопаток и обеспечить снижение протечек. Внедрение этих уплотнений на турбинах для АЭС позволило повысить их экономичность, улучшить маневренные характеристики, существенно снизить эрозионные повреждения лопаточного аппарата и исключить попадание горячего пара на опорные элементы роторов.

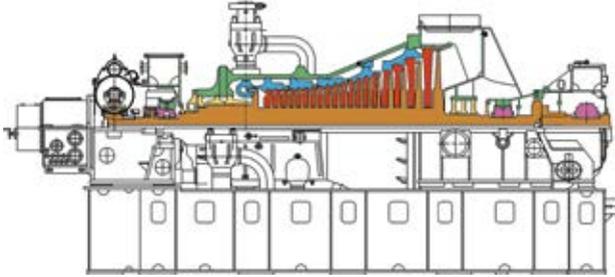
#### Общие принципы проектирования и исследований

Подход «Силовых машин» к разработке нового оборудования соответствует главной тенденции развития энергетики – постоянному увеличению КПД за счет повышения начальных параметров пара и совершенствования конструкции турбины и вспомогательного оборудования. При создании паровых турбин используется принцип модульного проектирования, основанный на применении базовых элементов: цилиндров, группы

ступеней, отдельных ступеней, роторов, корпусов, подшипников и других. Базовые элементы турбин имеют высокую степень конструкторско-технологической отработки и подтвержденные эксплуатационные характеристики. Такой подход позволяет воплотить в новых конструкциях все положительные наработки, накопленные при эксплуатации обширного парка турбин-прототипов, а также сократить время выполнения проекта.

## Конденсационные турбины

### К-40-62

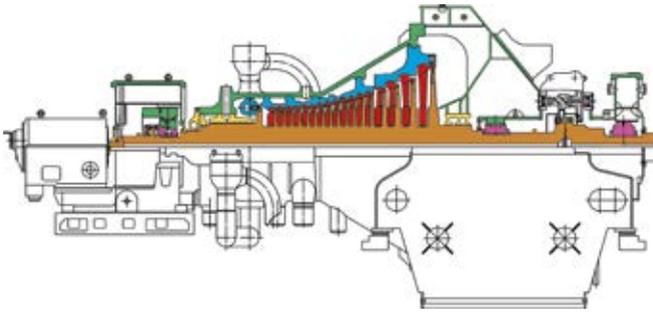


- Одноцилиндровая конденсационная паровая турбина с тремя нерегулируемыми отборами пара на регенерацию.
- Возможен дополнительный нерегулируемый отбор пара на собственные нужды станции.
- Турбина поставляется в собранном виде на фундаментной раме и не требует разборки на монтаже. Длина турбины – 7,6 м, необходимая минимальная высота подъема крюка крана над площадкой обслуживания турбины – 7,5 м.
- Электронная часть системы регулирования и защиты турбины адаптирована к работе с современными системами контроля и управления блока.
- Возможны модификации турбины применительно к потребностям конкретного заказчика.

Параметры турбины	К-40-62
Мощность номинальная/максимальная, МВт	40/42,5
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	6,1 505
Номинальный расход свежего пара, т/ч	162
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч: – верхний – нижний	50 50
Максимальное давление в производственном отборе, МПа: – верхний – нижний	1,0 1,0
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	540
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	33
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	6800

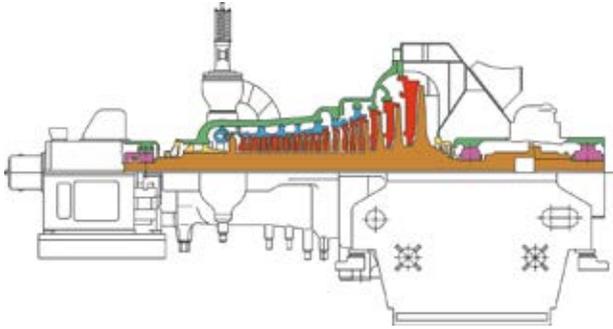


## К-55-60



- Одноцилиндровая конденсационная паровая турбина с двумя регулируемые отборами пара для обеспечения производственных нужд заказчика.
- Регулирование давления пара в производственных отборах осуществляется регулирующими клапанами, устанавливаемыми на трубопроводах отбора.
- Электронная часть системы регулирования и защиты турбины адаптирована к работе с современными системами контроля и управления блока.
- Регенеративные отборы пара не предусматриваются.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истощению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	К-55-60
Мощность номинальная/максимальная, МВт	55/60,6
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	5,9 485
Номинальный расход свежего пара, т/ч	221
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч: – верхний – нижний	15 25
Максимальное давление в производственном отборе, МПа: – верхний – нижний	1,7 0,5
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	540
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	35
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	12200

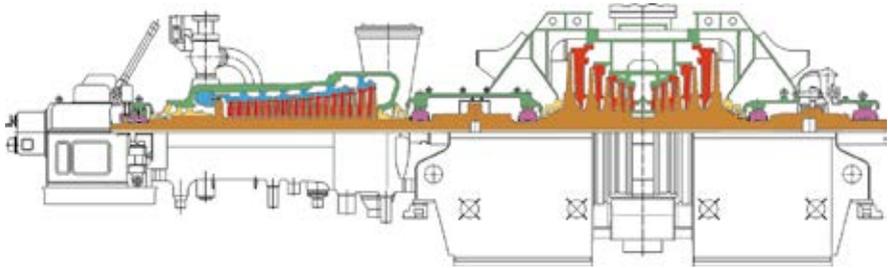
**К-55-90**


- Одноцилиндровая конденсационная паровая турбина с однопоточным выхлопом в конденсатор и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Турбина – современная модификация известной серии турбин ЛМЗ мощностью 50 МВт.
- Возможен дополнительный нерегулируемый отбор пара на собственные нужды станции.
- Турбина может быть модифицирована в соответствии с потребностями конкретного заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истечению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	К-55-90
Мощность номинальная/максимальная, МВт	55/60
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	235
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	665
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	8000

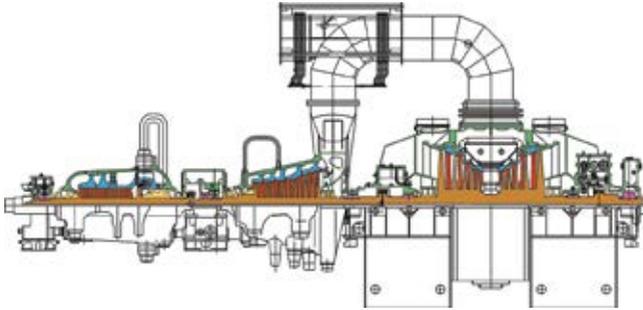


## К-100-90



- Двухцилиндровая конденсационная турбина с двухпоточным выхлопом в конденсатор и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Турбина – современная модификация известной серии турбин ЛМЗ мощностью 100 МВт.
- Турбина может быть модифицирована в соответствии с потребностями конкретного заказчика, в частности с организацией нерегулируемого теплофикационного отбора пара.
- Предусмотрена установка турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истечению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.
- Высокая надежность и экономичность турбины подтверждена многолетним опытом эксплуатации большой серии турбин класса К-100 на российских и зарубежных станциях.

Параметры турбины	К-100-90
Мощность номинальная/максимальная, МВт	110/115
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	420
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	665
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	10
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	16000

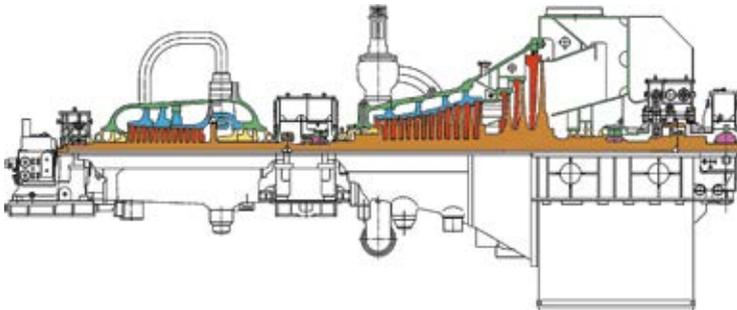
**К-110-140**


- Трехцилиндровая конденсационная паровая турбина с двухпоточным выхлопом в конденсатор и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Возможен дополнительный нерегулируемый отбор пара на собственные нужды станции.
- Электронная часть системы регулирования и защиты турбины адаптирована к работе с современными системами контроля и управления энергоблока.
- Возможны модификации турбины в соответствии с потребностями конкретного заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истечению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	К-110-140
Мощность номинальная/максимальная, МВт	110/122
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	13,70 535
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	2,6 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	325
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	755
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	15
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	11500

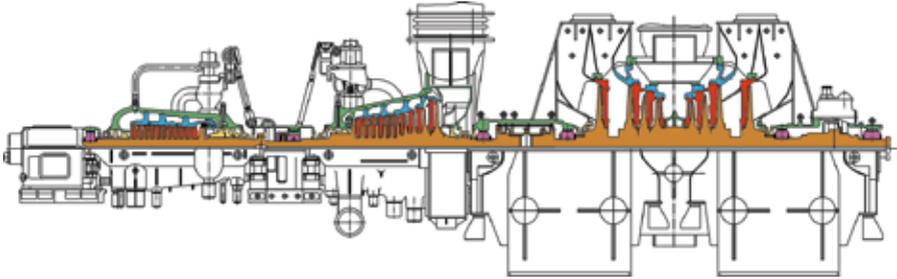


## К-165-130



- Двухцилиндровая конденсационная паровая турбина с промежуточным перегревом и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Турбина спроектирована и изготовлена по заказу ТЭС «Марица-Восток-2» в Болгарии для замены турбин К-150-130 (ХТГЗ), отработавших ресурс.
- Турбина устанавливается на существующий фундамент с незначительной его реконструкцией.
- Допускаются дополнительные нерегулируемые отборы пара на собственные нужды станции.

Параметры турбины	К-165-130
Мощность номинальная/максимальная, МВт	168/177
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 540
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	2,73 540
Номинальный расход свежего пара, т/ч	480
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	1000
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	18
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	20000

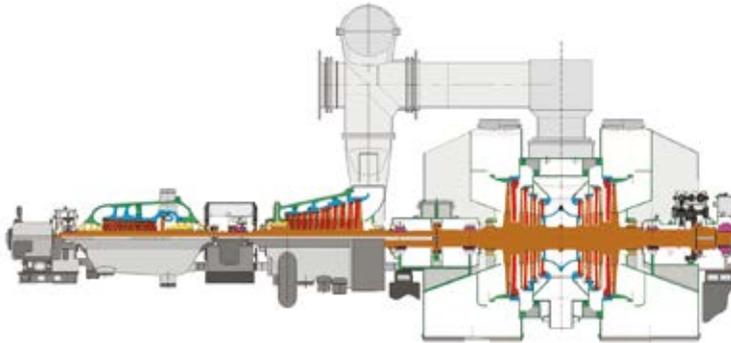
**К-215-130-1(2); К-210-130-8; К-200-181**


- Трехцилиндровые конденсационные турбины с промежуточным перегревом пара, разработанные на базе турбины К-200-130.
- Турбина К-215-130-1(2) выпускается в двух модификациях по пусковой схеме:
  - однобайпасная (индекс 1, рис. 1);
  - двухбайпасная (индекс 2, рис. 2).
- Допускаются дополнительные регулируемые отборы пара на собственные нужды станции.
- Турбина К-210-130-8 разработана для экспорта в регионы с тропическим климатом, поставлена в такие страны, как Индия, Бангладеш, Пакистан, Ирак.
- Турбина К-200-181 спроектирована по заказу из Финляндии на параметры свежего пара, отличающиеся от принятых в России. Поставлена и успешно эксплуатируется на ТЭС «Кристина» и «Тахколуото».

Параметры турбины	К-215-130-1(2)	К-210-130-8	К-200-181
Мощность номинальная/максимальная, МВт	215/220	210/210	200/220
Начальные параметры пара:			
– давление, МПа	12,8	12,8	17,7
– температура, °С	540	535	535
Параметры пара после промперегрева:			
– давление, МПа	2,36	2,41	2,17
– температура, °С	540	535	535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	623	640	580
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	765	755	765
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12	30	5
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	25000	27500	25000

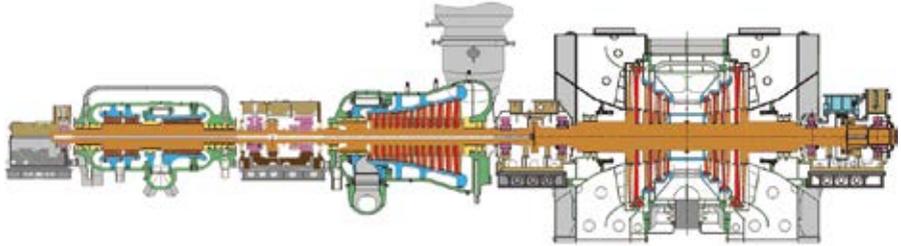


## К-225-12,8; К-225-12,8-3



- Трехцилиндровая турбина с промежуточным перегревом пара.
- Турбина нового поколения для данного уровня мощности и параметров пара, современная модификация известной серии турбин типа К-200-130.
- Регулирование турбины – электронно-гидравлическое. Электронная часть систем регулирования и защиты адаптирована к работе с современными системами контроля и управления энергоблока.
- Применена бездеаэрационная тепловая схема (для турбины К-225-12,8).
- Допускаются дополнительные нерегулируемые отборы пара на собственные нужды блока.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истечению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.
- В турбине К-225-12,8-3 использованы модернизированные проточные части. Турбина предназначена для установки ТЭС «Минтия Дева», Румыния.

Параметры турбины	К-225-12,8	К-225-12,8-3
Мощность номинальная/максимальная, МВт	225/230	220/227
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 540	12,8 540
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	2,4 540	2,4 540
Номинальный расход свежего пара, т/ч	540	540
Температура питательной воды, °С	246	247
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12	15
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	27500	25000
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	960	960

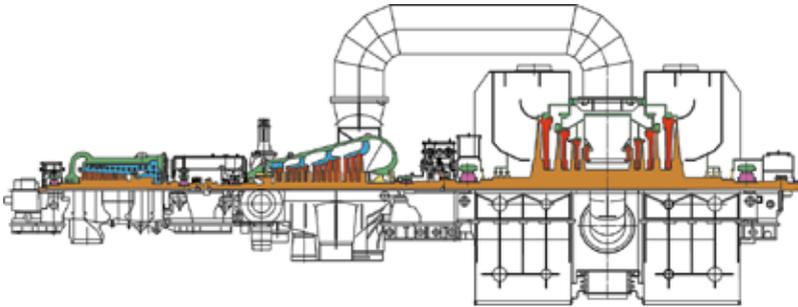
**К-225-12,8-3Р(4Р)**

- Трехцилиндровая конденсационная паровая турбина с промежуточным перегревом пара и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Турбина нового поколения для данного уровня мощности и параметров пара, современная модификация известной серии турбин типа К-200-130.
- В турбине К-225-12,8-3Р(4Р) использован цилиндр высокого давления с реактивным облопачиванием.
- Дроссельное парораспределение (работает на скользящем давлении), использование тепла уходящих газов в регенеративной установке.
- Турбины отличаются оборудованием маслоснабжения системы смазки (К-225-12,8-3Р – с ГМН, К-225-12,8-4Р – с электронасосом).
- Турбины предназначены для установки К-225-12,8-3Р на Харанорскую ГРЭС, а К-225-12,8-4Р – на Черепетскую ГРЭС.

Параметры турбины	К-225-12,8-3Р(4Р)
Мощность номинальная/максимальная, МВт	225/233
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 561
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	2,55 564
Номинальный расход свежего пара, т/ч	604,3
Температура питательной воды, °С	253
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	27500
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	960

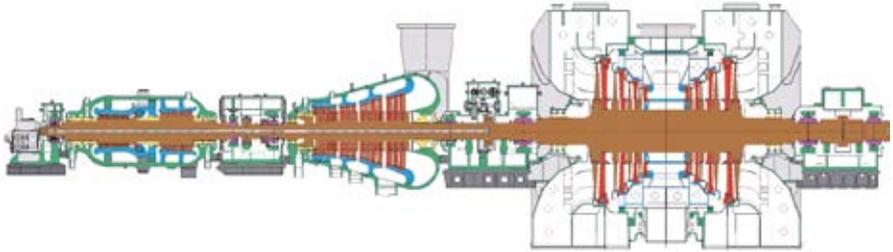


## К-255-162



- Трехцилиндровая конденсационная паровая турбина с промежуточным перегревом пара и с развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Спроектирована и изготовлена для ТЭС «Альхолма» (Финляндия) на начальные параметры пара, отличающиеся от принятых в России.
- В турбине использован цилиндр высокого давления с реактивным облопачиванием.
- Схемой турбоустановки предусматриваются отборы пара на теплофикацию и регулируемый отбор пара на производство.

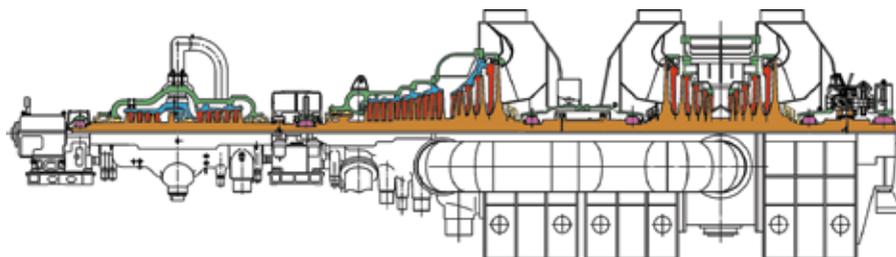
Параметры турбины	К-255-162
Мощность номинальная/максимальная, МВт	255/282
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	16,2 540
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	3,6 543
Номинальный расход свежего пара, т/ч	700
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	216
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	200
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	0,7
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	1200
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	5
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	27500

**К-300-170-1Р; К-330-23,5-2Р**


- Трехцилиндровая конденсационная турбина с промежуточным перегревом пара и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Облопачивание ЦВД реактивного типа, ЦВД имеет 18 ступеней, из которых первая ступень регулирующая. Пусковая схема – двухбайпасная.
- Турбина сверх отборов на регенерацию допускает отбор пара на собственные нужды электростанции.
- Турбина К-300-170-1Р предназначена для работы на ТЭС «Уонг Би», Вьетнам.
- Турбина К-330-23,5-2Р предназначена для установки на Рязанскую ГРЭС на существующий фундамент.

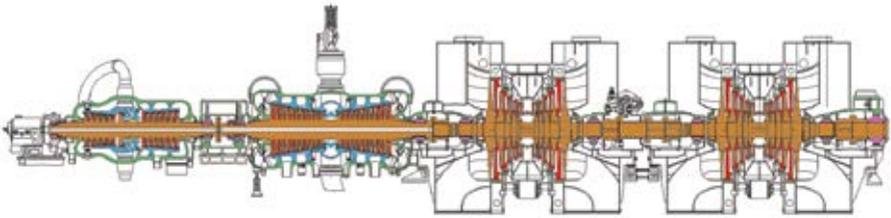
Параметры турбины	К-300-170-1Р	К-330-23,5-2Р
Мощность номинальная/максимальная, МВт	303/318,5	330
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	16,8 538	23,5 540
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	3,7 538	3,62 540
Номинальный расход свежего пара, т/ч	848	930
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	–	–
Диапазон регулирования давления в нижнем теплофикационном отборе, МПа	–	–
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	1000	900
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	26	12
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	38580	36000

## К-330-240; К-300-170; ТК-330-240



- Трехцилиндровая конденсационная турбина с промежуточным перегревом пара, тремя выхлопами в конденсатор и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Турбина – современная модификация известной серии турбин ЛМЗ мощностью 300 МВт.
- Возможны нерегулируемые отборы пара на собственные нужды станции.
- Предусмотрена установка турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истощению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.
- Турбина К-300-170 – аналогичного типа, спроектирована на параметры пара, отличающиеся от принятых в отечественной энергетике. Поставлена на электростанции Греции и Китая.
- Модификация ТК-330-240 имеет два выхлопа в конденсатор и регулируемый отбор пара на теплофикацию.
- Многолетним опытом эксплуатации большой серии турбин класса К-300 на российских и зарубежных станциях подтверждена их высокая надежность и экономичность.

Параметры турбины	К-330-240	К-300-170	ТК-330-240
Мощность номинальная/максимальная, МВт	330/340	300/310	330
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	23,5 540	16,7 540	23,5 540
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	3,66 540	3,83 540	3,67 540
Номинальный расход свежего пара, т/ч	1050	960	1050
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	419	–	1613
Диапазон регулирования давления в нижнем теплофикационном отборе, МПа	–	–	0,15-0,55
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	960	755	960
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12	22	27
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	36000	26000	30000

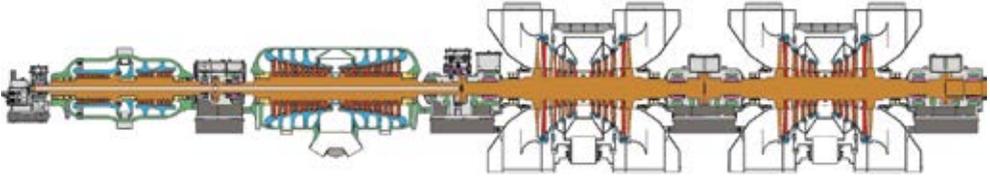
**К-500-240; К-500-166-1(2)**


- Четырехцилиндровая конденсационная турбина с промежуточным перегревом пара, четырьмя выхлопами в конденсатор и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- Возможны нерегулируемые отборы пара на собственные нужды станции.
- Турбина успешно эксплуатируется на Экибастузской ГРЭС в Казахстане и ТЭС «Цзисянь» и «Иминь» в Китае.
- Турбина К-500-166-1(2) изготовлена для электростанций Германии и Польши на параметры свежего пара, отличающиеся от принятых в отечественной энергетике.
- Турбина выпускается в двух модификациях по организации выхлопа турбопривода питательного насоса:
  - выхлоп с противодавлением (индекс 1);
  - конденсационный выхлоп (индекс 2).
- Турбина предназначена для повторно-кратковременного режима работы, допускается ежедневный пуск и останов.

Параметры турбины	К-500-240	К-500-166-1(2)
Мощность номинальная/максимальная, МВт	525/535	500/525
Начальные параметры пара:		
– давление, МПа	23,5	16,3
– температура, °С	540	540
Параметры пара после промперегрева:		
– давление, МПа	3,8	3,7
– температура, °С	540	535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	1650	1715
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	210	–
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	960	960
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12	24
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	51480	68500

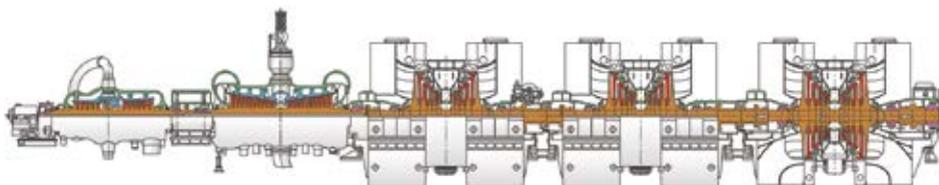


## К-660-247



- Четырехцилиндровая конденсационная паровая турбина с промежуточным перегревом пара и развитой системой регенеративного подогрева питательной воды.
- ЦВД имеет сопловое парораспределение. Облопачивание ЦВД реактивного типа.
- ЦВД имеет два корпуса – внутренний и наружный – и выполнен по петлевой схеме. Во внутреннем корпусе размещены ступень скорости и восемь ступеней давления. Всего в ЦВД 17 ступеней. Парораспределение ЦСД – дроссельное. Облопачивание ЦСД – активного типа.
- Турбина предназначена для работы на ТЭС «Сипат» и «Барх», Индия.

Параметры турбины	К-660-247
Мощность номинальная/максимальная, МВт	660/693
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	24,2 537
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	4,2 565
Номинальный расход свежего пара, т/ч	2023,8
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	1000
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	33
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	64000

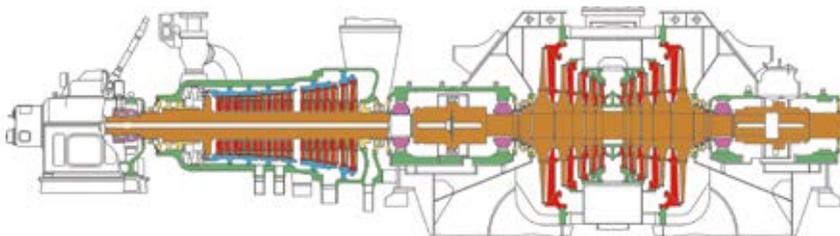
**К-800-240; К-1200-240**


- Пятицилиндровые конденсационные турбины с промежуточным перегревом пара и шестью выхлопами в два продольных конденсатора.
- Длительный опыт эксплуатации турбин (К-800-240 с 1972 года, К-1200-240 с 1978 года) в режимах переменных нагрузок свидетельствует об уникальной надежности и маневренности турбин.
- Модификация турбины К-800-240 с индексом 5 является последней по времени модернизацией турбины К-800-240 (всего с начала изготовления выпущено 26 турбин).
- По желанию заказчика из регенеративных отборов турбины могут быть обеспечены дополнительные нерегулируемые отборы пара на собственные нужды электростанции.

Параметры турбины	К-800-240	К-1200-240
Мощность номинальная/максимальная, МВт	800/850	1200/1400
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	23,5 540	23,5 540
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	3,34 540	3,5 540
Номинальный расход свежего пара, т/ч	2450	3660
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	960	1200
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12	12
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	73000	108000

## Конденсационные турбины с отбором пара на теплофикацию

КТ-115-8,8-2; КТ-120-8,8-2М; КТ-120-12,8

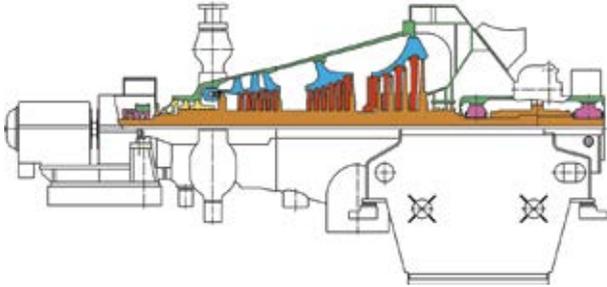


- Двухцилиндровые конденсационные паровые турбины с двумя выхлопами в конденсатор, одноступенчатым регулируемым отбором пара на теплофикацию и нерегулируемым отбором пара на производство.
- Регулирование давления пара теплофикационного отбора осуществляется регулирующими клапанами, установленными на перепускных трубах из цилиндра высокого в цилиндр низкого давления.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае их замены по исчерпанию ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	КТ-115-8,8	КТ-120-8,8-2М	КТ-120-12,8
Мощность номинальная/максимальная, МВт	115/120	120	120/145
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	500 (535)	8,8 535	12,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	446 (435)	435	530
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	610	200	220
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,2–0,4	0,2–0,4	0,2–0,4
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	100	10	100
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	0,9	1,91	1,1
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	665	665	665
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12	12	12
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	16000	1600	16000

## Теплофикационные турбины (без промперегрева)

Т-30-2,9; Т-25-3,4; П-30-2,9



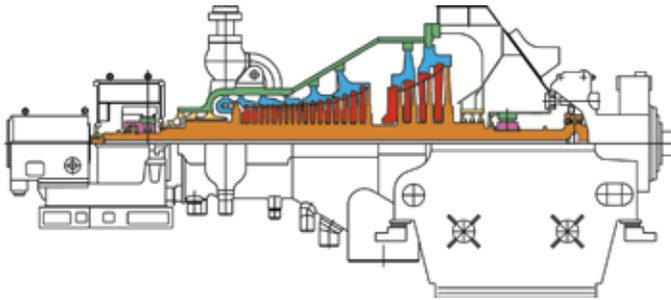
- Одноцилиндровые турбины с регулируемым отбором пара на теплофикацию или производство.
- Регулирование давления отборов осуществляется поворотной диафрагмой, установленной в камере отбора.
- Модификация Т-25-3,4 характеризуется наличием двух нерегулируемых отборов на производство. Применен конденсатор с воздушным охлаждением, отсутствует система регенеративного подогрева питательной воды.
- Возможны модификации конструкции и структуры схемы регенерации турбин применительно к потребностям конкретного заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбин на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истощению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	Т-30-2,9	Т-25-3,4	П-30-2,9
Мощность номинальная/максимальная, МВт	30/31	23/30	30/30,5
Начальные параметры пара:			
– давление, МПа	2,9	3,4	2,9
– температура, °С	410	435	400
Номинальный расход свежего пара, т/ч	220	160	260
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	290	360	–
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,07–0,12	0,07–0,25	–
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч:			
– верхний	60	25	150
– нижний	60	50	150
Максимальное давление в производственном отборе, МПа:			
– верхний	0,7	1,46	1,3
– нижний	0,7	0,48	1,3
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	540	370	540
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	24	–*	27
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	3500	–	5000

\* Воздушный конденсатор.

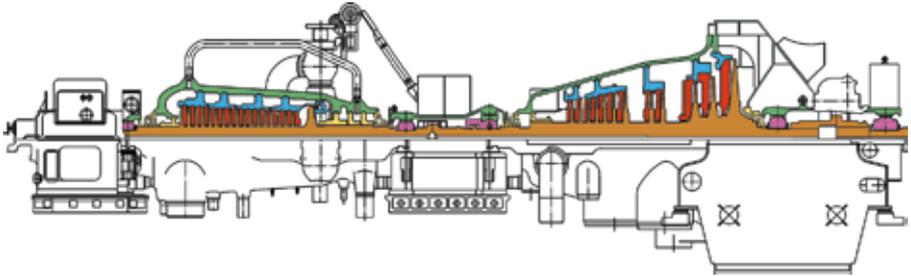


## T-50-8,8



- Одноцилиндровая теплофикационная турбина с регулируемым отбором пара на теплофикацию и нерегулируемым производственным отбором.
- Регулирование давления теплофикационного отбора осуществляется поворотной диафрагмой, установленной в камере отбора.
- Возможны модификации конструкции и структуры схемы регенерации турбины применительно к потребностям конкретного заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбин на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истощению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

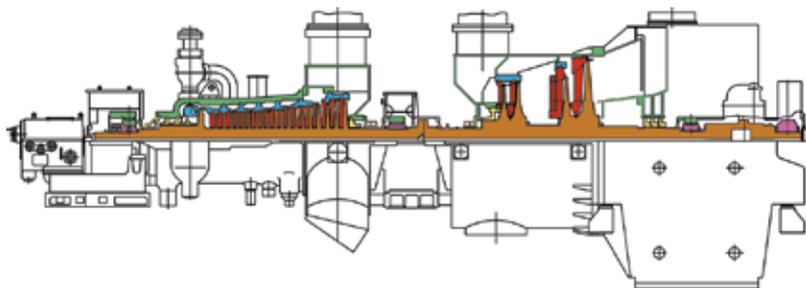
Параметры турбины	T-50-8,8
Мощность номинальная/максимальная, МВт	50/62
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	243
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	445
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,08–0,25
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	540
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	27
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	6500

**T-60-112**


- Двухцилиндровая турбина без промежуточного перегрева с двумя регулируемыми отборами пара на теплофикацию спроектирована и изготовлена по условиям заказчика на параметры пара, отличающиеся от принятых в отечественной энергетике.
- Поставлена на ТЭС «Йоэнсу», Финляндия. Успешно эксплуатируется с 1986 года.

Параметры турбины	T-60-112
Мощность номинальная/максимальная, МВт	55/57
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	11,0 530
Номинальный расход свежего пара, т/ч	270
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	438
Диапазон регулирования давления в теплофикационных отборах, МПа: – верхний отбор – нижний отбор	0,05–0,25 0,03–0,15
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	665
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	5
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	7000

## T-115-8,8; T-120-12,8

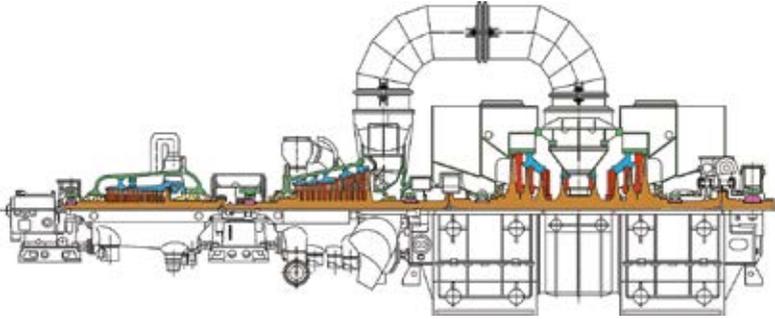


- Двухцилиндровые теплофикационные паровые турбины с одним выхлопом в конденсатор и двухступенчатым регулируемым отбором пара на теплофикацию.
- Возможен дополнительный нерегулируемый отбор пара на производство.
- Регулирование давления пара теплофикационного отбора осуществляется поворотной диафрагмой, установленной в камере нижнего теплофикационного отбора.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истощению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	T-115-8,8	T-120-12,8
Мощность номинальная/максимальная, МВт	115/117	120/127
Начальные параметры пара:		
– давление, МПа	8,8	12,8
– температура, °С	535	555
Номинальный расход свежего пара, т/ч	450	470
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	653	670
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа:		
– верхний отбор	0,12–0,25	0,12–0,25
– нижний отбор	0,05–0,12	0,05–0,12
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	40	–
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	1,7	–
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	755	755
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20	20
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	8000	8000

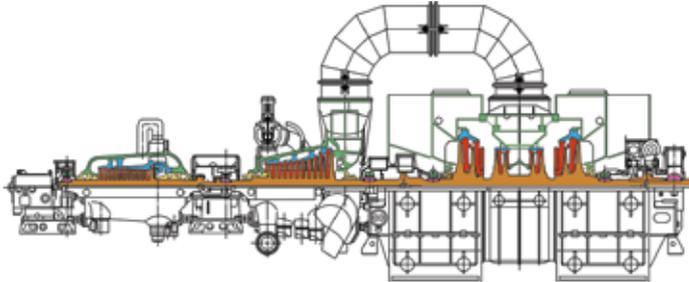
## Теплофикационные турбины (с промперегревом)

### T-140-145



- Трехцилиндровая турбина с промежуточным перегревом и двумя регулируемыми отборами пара на теплофикацию.
- Турбина спроектирована и изготовлена по заказу ТЭС «Топпила» в Финляндии на параметры свежего пара, отличающиеся от общепринятых в отечественной энергетике.
- Турбина может быть рекомендована для строящихся или расширяемых электростанций в регионах, требующих преимущественного развития теплофикации.

Параметры турбины	T-140-145
Мощность номинальная/максимальная, МВт	140/140
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	14,6 535
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	2,16 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	383
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	620
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа: – верхний отбор – нижний отбор	0,045–0,21 0,03–0,20
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	755
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	5
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	14000

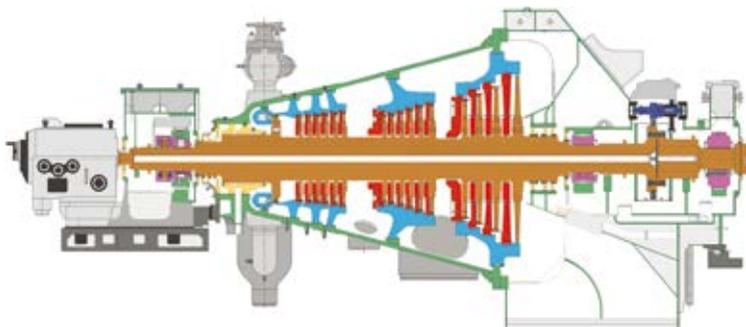
**T-185-12,8-1(2); T-180-130-1(2); T-185/210-16,0-P**


- Трехцилиндровые турбины с промежуточным перегревом пара, двухступенчатым регулируемым отбором пара на теплофикацию и нерегулируемым отбором пара на производственные нужды.
- Турбина T-185-12,8 принадлежит к новому поколению турбин данного уровня мощности, параметров пара, применяемых в РФ, и имеет улучшенные технико-экономические показатели.
- Регулирование давления в теплофикационных отборах осуществляется поворотными диафрагмами, установленными в камерах нижнего теплофикационного отбора.
- Модификации турбин с индексом 2 разработаны для режимов с пониженной расчетной температурой охлаждающей воды и имеют более длинную лопатку последней ступени.
- Турбина T-185/210-16,0-P изготовлена для ТЭС «Ювяскюля», Финляндия, выполнена на докритические параметры, отличные от принятых в Российской Федерации, имеет реактивное облопачивание ЦВД и прочие современные технические решения, позволяющие ее позиционировать как один из лучших проектов в Финляндии.

Параметры турбины	T-180-130-1 (2)	T-185-12,8-1 (2)	T-185/210-16,0-P
Мощность номинальная/максимальная, МВт	180/210 (180/215)	192/222 (192/226)	186,7/209,2
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 540	12,8 540	16 558
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	2,5 540	2,5 540	3,84 558
Номинальный расход свежего пара, т/ч	670	670	576
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	1090	1210	720
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа: – верхний отбор – нижний отбор	0,06–0,20 0,05–0,15	0,06–0,20 0,05–0,15	0,063–0,223 0,025–0,18
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	50	130	–
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	2,7	2,7	–
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	640 (755)	640 (755)	1000
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	27 (20)	27 (20)	5
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	22000	22000	18000

## Теплофикационные турбины с производственным и теплофикационным отбором

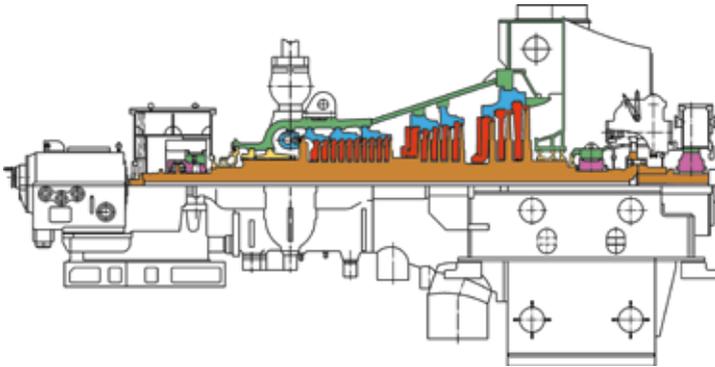
ПТ-30-3,4; ПТ-30-2,9; ПТ-35/55-3,2



- Одноцилиндровая турбина с двумя регулируемыми отборами пара (на производство и теплофикацию).
- Турбина предназначена для замены отработавших ресурс турбин серий АП и АТ, а также для вновь строящихся и расширяемых ТЭЦ промышленных предприятий (металлургических, химических, бумагоделательных производств) и отопительных ТЭЦ.
- Турбина ПТ-30-3,4 является базовой для перспективной серии теплофикационных турбин малой мощности: ПТ-30-2,9; ПТ-35/50-3,2.
- Турбины изготавливаются по индивидуальным проектам с учетом параметров пара и специфики конкретного производства.

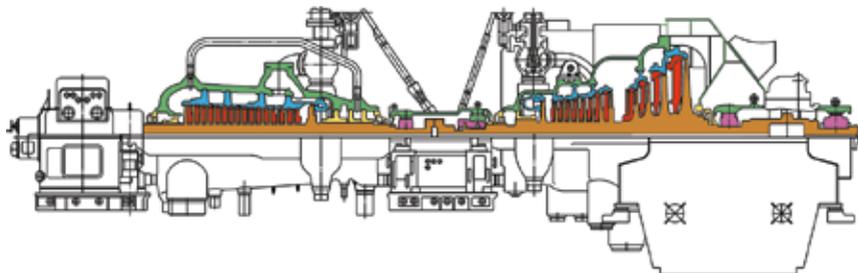
Параметры турбины	ПТ-30-3,4	ПТ-30-2,9	ПТ-35/55-3,2
Мощность номинальная/максимальная, МВт	30/40	30/40	35/54
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435	2,9 400	3,2 420
Номинальный расход свежего пара, т/ч	225	220	240
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	330	330	245
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,05–0,25	0,12–0,25	0,12–0,25
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	150	150	130
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	1,3	1,3	1,6
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	540	540	540
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	30	27	30
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	6500	6500	6500

### ПТ-30-8,8; ПТ-40/50-8,8



- Одноцилиндровые паровые турбины с двумя регулируемыми отборами пара на производственные нужды и теплофикацию.
- Регулирование давлений осуществляется двумя поворотными диафрагмами, установленными за камерой соответствующего отбора.
- Возможны модификации турбин в широком диапазоне изменения расходов производственного и теплофикационного отборов, а также давлений производственного отбора в соответствии с потребностью заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по исчерпанию ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	ПТ-30-8,8	ПТ-40/50-8,8
Мощность номинальная/максимальная, МВт	30/50	40/51,8
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	240	220
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	250	320
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,08–0,25	0,08–0,25
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	150	50
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	1,8	1,3
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	370	370
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	22	30
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	5000	4500

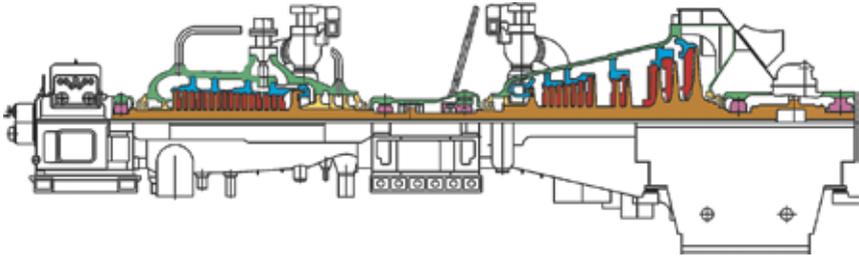
**ПТ-65-130; ПТ-65-90**


- Двухцилиндровые теплофикационные паровые турбины с одним выхлопом в конденсатор, регулируемым отбором пара на производственные нужды и одноступенчатым регулируемым отбором пара на теплофикацию.
- Турбина – современная модификация известной серийной турбины ЛМЗ типа ПТ-60-90(130).
- Регулирование давления производственного отбора осуществляется клапанами, установленными на подводе пара к цилиндру низкого давления, теплофикационного – поворотной диафрагмой, установленной в цилиндре низкого давления за камерой отбора.
- Возможны модификации турбины на различные давления производственного и теплофикационного отборов применительно к потребностям конкретного заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по исчерпанию ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	ПТ-65-130	ПТ-65-90
Мощность номинальная/максимальная, МВт	65/75 (65/70)	64/75
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 555	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	400	400
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	355	355
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,07–0,25	0,07–0,25
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	250	250
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	1,6 (2,2)	1,6
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	665	665
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20	20
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	8000	8000



## ПТ-80-130; ПТР-80-130

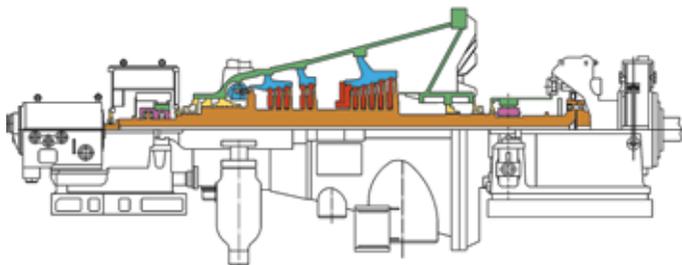


- Двухцилиндровые конденсационные паровые турбины с одним выхлопом в конденсатор, двухступенчатым регулируемым отбором пара на теплофикацию и регулируемым отбором пара на производство.
- Регулирование давления пара теплофикационных отборов осуществляется поворотной диафрагмой, установленной в камере нижнего теплофикационного отбора, производственного – регулирующим клапаном.
- Модификация ПТР-80-12,8 – турбина теплофикационная, без конденсатора, выхлоп турбины совмещен с камерой нижнего теплофикационного отбора – разработана с целью максимального использования теплофикационных возможностей турбины.

Параметры турбины	ПТ-80-130	ПТР-80-130
Мощность номинальная/максимальная, МВт	80/100	80/85
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 555	12,8 555
Номинальный расход свежего пара, т/ч	470	470
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	419	419
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа: – верхний отбор – нижний отбор	0,05–0,25 0,03–0,10	0,12–0,25 0,07–0,17
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	300	300
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	1,6	1,6
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	665	250
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20	–
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	8000	–

## Теплофикационные ПТ с противодавлением и производственным и теплофикационным отбором

ПР-30-2,9; ПТР-30-2,9

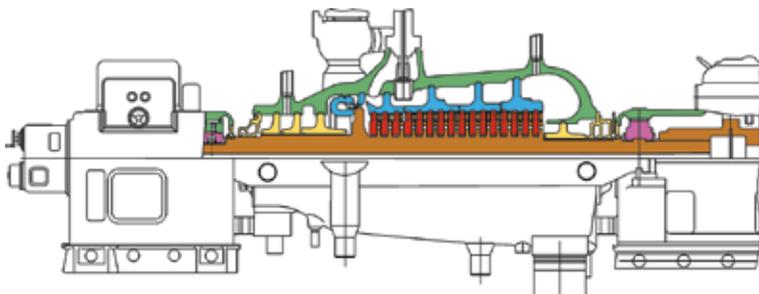


- Одноцилиндровые турбины с противодавлением и регулируемыи отборами пара на теплофикацию и производство.
- Регулирование давления отборов осуществляется поворотной диафрагмой, установленной в камере отбора.
- Регенеративный подогрев питательной воды не предусмотрен.
- Турбины разработаны для замены отработавших свой ресурс турбин мощностью 25 МВт и устанавливаются на существующие фундаменты.
- Возможны модификации турбин в соответствии с потребностями конкретного заказчика.

Параметры турбины	ПР-30-2,9	ПТР-30-2,9
Мощность номинальная/максимальная, МВт	30/32	30/32
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,9 400	2,9 400
Номинальный расход свежего пара, т/ч	235	250
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	540	390
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа	0,14–0,39	0,07–0,25
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	200	150
Диапазон регулирования давления в производственном отборе, МПа	0,59–1,27	0,5–0,9
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	169	217

## Турбины с противодавлением

P-25-8,8-1(2); P-50-90(130); P-85-8,8

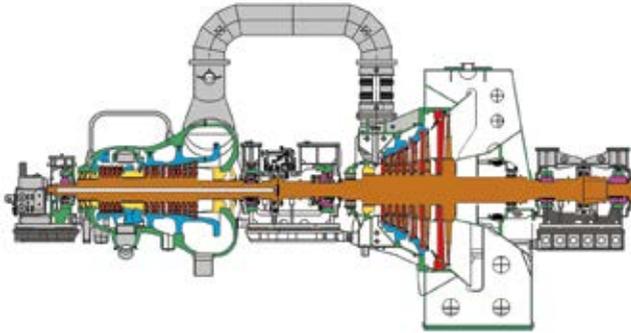


- Одноцилиндровые паровые турбины, работающие с противодавлением.
- Пар из выхлопа турбин направляется на производственные нужды.
- Нерегулируемые отборы пара на подогреватели высокого давления обеспечивают необходимый подогрев питательной воды (модификация P-25-8,8-1 отборов не имеет).
- Возможна поставка различных модификаций турбин в широком диапазоне противодавлений от 1 до 3 МПа, в зависимости от потребностей заказчика.
- Модификации разрабатываются с учетом возможности установки турбин на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по исчерпанию ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	P-25-8,8-1(2)	P-50-90	P-50-130	P-85-8,8
Мощность номинальная/максимальная, МВт	25/29 (25/30)	50/52	52,7/60	87/89
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535 (500)	8,8 535	12,8 555	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	400 (290)	420	490	450
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	400 (350)	340	400	350
Диапазон регулирования давления в производственном отборе, МПа	2,8–3,2 (1,8–2,1)	1,0–1,3	0,7–2,1	0,12–0,28
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	78,5 (84,5)	122	122	286

## Турбины для парогазовых установок

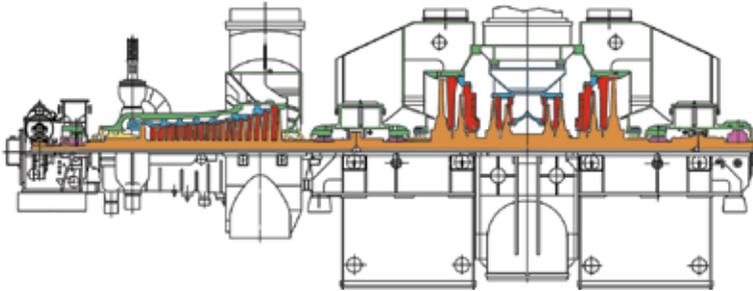
### К-80-7,0



- Двухцилиндровая конденсационная паровая турбина, работающая в составе ПГУ-230, предназначена для привода электрического генератора переменного тока.
- ЦВД имеет два корпуса: внутренний и наружный. Паропроводящие штуцеры имеют сварные соединения с наружным корпусом и подвижные с горловинами внутреннего корпуса.
- Турбина предназначена для работы на ТЭС «Сисак», Хорватия.
- Конденсат после конденсатора направляется в котел-утилизатор газотурбинного тракта.
- Турбина рассчитана на работу в режиме скользящих параметров пара.

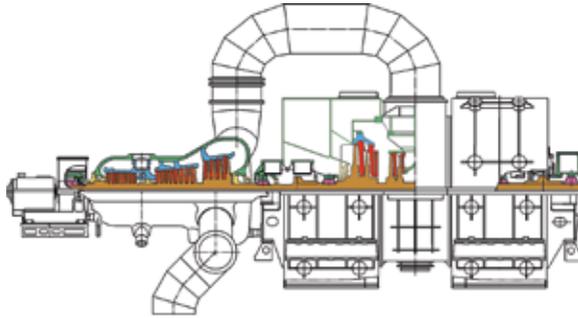
Параметры турбины	К-80-7,0
Мощность номинальная/максимальная, МВт	80
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	6,92 505
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	0,60 205
Номинальный расход свежего пара ВД/НД, т/ч	224/53
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	1000
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	13
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	17500

## T-130/160-12,8; T-120/140-12,8



- Двухцилиндровая теплофикационная турбина с двухступенчатым регулируемым отбором пара на теплофикацию.
- Возможен дополнительный нерегулируемый отбор пара на производство.
- Турбина может работать как в схеме парогазовой установки (модификация T-130/160-12,8), так и в паросиловой установке с системой регенеративного подогрева питательной воды (модификация T-120/140-12,8).
- Система регулирования – электронно-гидравлическая. Электронная часть системы регулирования и защиты турбины адаптирована к работе с современными системами контроля и управления энергоблока.
- Возможны модификации турбины в соответствии с потребностями конкретного заказчика.
- Предусмотрена возможность установки турбины на существующие фундаменты турбин аналогичного класса в случае замены последних по истощению ресурса с максимальным использованием существующих строительных конструкций.

Параметры турбины	T-130/ 160-12,8	T-120//140-12,8
Мощность номинальная/максимальная, МВт	133/162	120/152
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 555	12,8 555
Номинальный расход свежего пара, т/ч	500	520
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	920	790
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа: – верхний отбор – нижний отбор	0,08–0,25 0,03–0,15	0,09–0,245 0,03–0,196
Максимальный отбор пара на производственные нужды, т/ч	70	–
Максимальное давление в производственном отборе, МПа	2,2	–
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	755	755
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20	20
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	16000	16000

**T-150-7,7; K-160-7,5; K-110-6,5**


- Двухцилиндровые турбины без промежуточного перегрева пара, предназначенные для работы в составе парогазовых установок (ПГУ).
- Цилиндр высокого давления имеет два паровпуска из котлов-утилизаторов высокого и низкого давления. Цилиндр низкого давления – двухпоточный.
- Турбина T-150-7,7 – теплофикационная, имеет два регулируемых отбора пара. Регулирование давления осуществляется поворотной диафрагмой в нижнем отборе и регулирующим клапаном – в верхнем.
- Турбины могут использоваться как при строительстве новых электростанций, так и при реконструкции по парогазовому циклу действующих паротурбинных ТЭС.
- Возможны модификации турбин в соответствии с потребностями конкретного заказчика.

Параметры турбины	T-150-7,7	K-160-7,5	K-110-6,5
Мощность номинальная/максимальная, МВт	150/160	162	110/114
Контур высокого давления:			
– давление, МПа	7,6	7,31	6,8
– температура, °С	510	504	487
– максимальный расход, т/ч	525	458	308
Контур низкого давления:			
– давление, МПа	0,62	0,552	0,65
– температура, °С	195	225,5	222
– максимальный расход, т/ч	120	92	80
Максимальная производительность теплофикационного отбора, ГДж/ч	1755	–	–
Диапазон регулирования давления в теплофикационном отборе, МПа:			
– верхний отбор	0,1–0,21	–	–
– нижний отбор	0,04–0,18	–	–
Длина рабочей части лопатки последней ступени, мм	640	960	960
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	27	3	12
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	20500	18300	18000



# ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

## Калужский турбинный завод

Калужский турбинный завод обладает собственным конструкторским бюро с высококвалифицированными кадрами и мощнейшей производственной и стендовой базой, которые позволяют осуществлять комплексное проектирование, производство, испытание, поставку, ремонт, гарантийное, техническое и сервисное обслуживание турбоустановок, турбоприводов и крупных паротурбинных установок.

### Результат:

- полный назначенный ресурс – 40 лет;
- ресурс до заводского ремонта – 20 лет.

### Гарантии:

- заводская гарантия на установленное оборудование – 2 года.

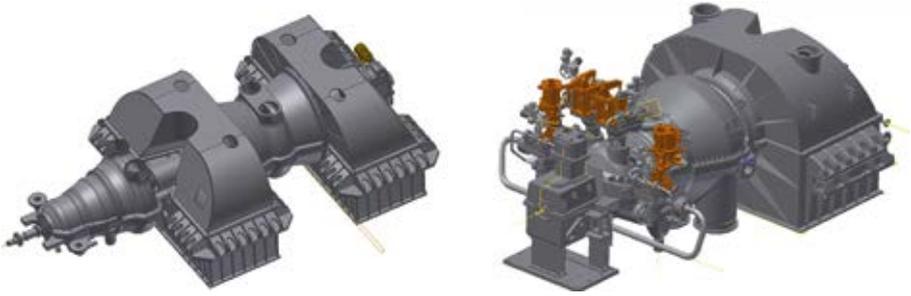
### Высокая экономичность и надежность обеспечивается:

- применением стандартизованных, прошедших испытание лопаток;
- проверенной конструкцией, многочисленными референциями;
- высоким сопротивлением коррозии, ступенью сепарации;
- высокой эффективностью с широким применением при разных нагрузках и конденсационных давлениях;
- усовершенствованными конструкциями уплотнений.

### Общие принципы проектирования

При разработке нового оборудования основное внимание уделяется увеличению КПД, совершенствованию конструкции турбин. Проектирование изделий на основе конструкторско-технологической

взаимозаменяемости основных модулей конструкции, подтвержденных эксплуатационными характеристиками. Современные прогрессивные методы расчетов, моделирования и проектирования.



- Одноцилиндровые турбины с регулируемым отбором пара на теплофикацию и производство.
- Регулирование отборов осуществляется осевой регулирующей диафрагмой или поворотной диафрагмой дроссельного типа, установленной в камере отбора.
- Обширные референции поставок.
- Отработанные конструктивные решения.
- Усиленные опорные подшипники с индивидуальным подводом масла к каждой колодке.
- Индивидуально проектируемая проточная часть.
- Высокая степень ориентации на требования заказчика.



## Турбины теплофикационные

### Турбины теплофикационные с регулируемым производственным отбором пара

Основные характеристики	
Тип турбины	П-25-3,4/0,6
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,2 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	110 110
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,06

Основные характеристики	
Тип турбины	П-6-3,4/1,0
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	43,7 26,5
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	2060
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,04

Основные характеристики	
Тип турбины	П-6-3,4/0,5-1
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	53,4 25,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	2060
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,04



Основные характеристики	
Тип турбины	П-6-1,2/0,5
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	1,2 270
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	49,2 34,3
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	2060
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,04

### Турбины теплофикационные с регулируемым и нерегулируемым отопительными отборами пара

Основные характеристики	
Тип турбины	Т-12-3,5/0,12
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,43 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	62,6 54,4
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	26
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	2000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,0473

Основные характеристики	
Тип турбины	Т-50-8,8/0,12
Номинальная мощность, МВт	50
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 515
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	223 187,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	35
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	8000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,049



Основные характеристики	
Тип турбины	T-50/60-8,8/0,12
Номинальная мощность, МВт	55,7
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	250 250
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	7000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,036

Основные характеристики	
Тип турбины	T-63-13/0,25
Номинальная мощность, МВт	63
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,75 555
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	293,7 226
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	7000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,09

### Турбины теплофикационные с регулируемым производственным и отопительным отборами пара

Основные характеристики	
Тип турбины	ПТ-12/13-3,4/1,0-1
Номинальная мощность, МВт	12,5
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	106,7 56,2
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	3060
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,035

**Основные характеристики**

Тип турбины	ПТ-12-3,4/0,6
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	93,5 52,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	2060
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,04

**Основные характеристики**

Тип турбины	ПТ-25/30-8,8/1,0-1
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	156,25 99,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	3560
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,06

**Основные характеристики**

Тип турбины	ПТ-25/30-3,6/1,0
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,53 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	160 102,7
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	6400
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,065



Основные характеристики	
Тип турбины	ПТ-26/29-2,9/1,3
Номинальная мощность, МВт	26
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,8 400
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	237,5 147,4
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	17
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4720
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,059

Основные характеристики	
Тип турбины	ПТ-27/35-3,9/1,7
Номинальная мощность, МВт	29,3
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,8 440
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	245 161,2
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,03

Основные характеристики	
Тип турбины	ПТ-29/35-2,9/1,0
Номинальная мощность, МВт	29
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,9 405
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	211,1 195
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	32
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4080
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,06



Основные характеристики	
Тип турбины	ПТ-30/35-3,4/1,0
Номинальная мощность, МВт	30
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	234,6 169,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4760
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,06

Основные характеристики	
Тип турбины	ПТ-40/50-8,8/1,3
Номинальная мощность, МВт	40
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара на турбину: – при работе с номинальными отборами, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	220 198,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	33
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	8000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,025



## Турбины теплофикационные для парогазовых установок

Основные характеристики	
Тип турбины	T-8,5/10,2-3,4/0,18
Номинальная мощность, МВт	7,93
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,43 440
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	42,8 42
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	– –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	24
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	3400
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,063

Основные характеристики	
Тип турбины	T-10/11-5,2/0,2
Номинальная мощность, МВт	10
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	5,2 475
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	40,5 39,3
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	8,0 7,86
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	35
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	3400
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,052



Основные характеристики	
Тип турбины	T-15,5/20,3-5,4/0,2
Номинальная мощность, МВт	17
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	5,4 515
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	71,5 –
Расход пара КНД на турбину: при номинальном отборе, т/ч при конденсационном режиме, т/ч	11,4 –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	21
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,065

Основные характеристики	
Тип турбины	T-16,5/22-5,5/0,08
Номинальная мощность, МВт	16,4
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	4,12–5,59 490,4
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	75,45 76,6
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	– –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	21
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,065



Основные характеристики	
Тип турбины	T-17/23-4,5/0,18
Номинальная мощность, МВт	14,3
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	4,5 430
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	– –
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	– –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,065

Основные характеристики	
Тип турбины	T-25/33-7,6/0,12
Номинальная мощность, МВт	25,5
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,36 517,4
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	115,7 116,244
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	– –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	12
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,065



Основные характеристики	
Тип турбины	T-25/34-3,4/0,12
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	150,0 –
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	48,0 7,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,06

Основные характеристики	
Тип турбины	T-26/36-7,5/0,12
Номинальная мощность, МВт	26,3
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,56 532
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	114,0 114,0
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	– –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,065



Основные характеристики	
Тип турбины	T-28/35-8,8/0,1
Номинальная мощность, МВт	28,1
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 540
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	109,0 –
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	18,0 –
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	8
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	4600
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	–

Основные характеристики	
Тип турбины	T-48/62-7,4/0,12
Номинальная мощность, МВт	46,3
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,3 536
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	198,17 197,54
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	31,21 28,17
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	21,7
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	13000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,05



Основные характеристики	
Тип турбины	T-50/64-7,5/0,12
Номинальная мощность, МВт	47
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,4 540
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	197,8 199,0
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	29,8 27,0
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	7000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	–

Основные характеристики	
Тип турбины	T-50/70-6,8/0,12
Номинальная мощность, МВт	50
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,0 520
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	222,0 215,0
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	48,0 43,0
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	24,4
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	7000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,083



### Основные характеристики

Тип турбины	T-56/73-7,8/0,04
Номинальная мощность, МВт	58,8
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,9 502,2
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	232,08 225,48
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	57,06 52,3
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	13000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,05

### Основные характеристики

Тип турбины	T-60/73-7,8/0,04
Номинальная мощность, МВт	57,3
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	7,69 507
Расход пара КВД на турбину: – при работе с номинальными отбором, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	225,61 222,22
Расход пара КНД на турбину: – при номинальном отборе, т/ч – при конденсационном режиме, т/ч	56,6 51,96
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на конденсатор и маслоохладители, м³/ч	13000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,05

## Турбины конденсационные



### Турбины конденсационные с понижающим редуктором

Основные характеристики	
Тип турбины	K-2,5-2,4
Номинальная мощность, МВт	2,6
Частота вращения ротора турбины, об/мин	8200
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °C	2,4 350
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	15
Номинальная температура охлаждающей воды, °C	33
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	1500
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,04

Основные характеристики	
Тип турбины	K-3,7-4,2P
Номинальная мощность, МВт	3,615
Частота вращения ротора турбины, об/мин	8150
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °C	4,2 380
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	19,24
Номинальная температура охлаждающей воды, °C	24
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	1000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,03



Основные характеристики	
Тип турбины	К-4,9-4,4Р
Номинальная мощность, МВт	4,9
Частота вращения ротора турбины, об/мин	8150
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	4,4 435
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	23,3
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	32
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	1200
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,03

Основные характеристики	
Тип турбины	К-6-1,6-1
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	1,57 320
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	33,0
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	30
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	2660
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,035

Основные характеристики	
Тип турбины	К-6-3,4Т
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	25,4
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	32
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	2080
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,04

**Основные характеристики**

Тип турбины	K-7,5-6,4Т
Номинальная мощность, МВт	7,5
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	5,29 480
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	31,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	32
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	2080
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,04

**Основные характеристики**

Тип турбины	K-12-4,2Т
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	4,2 435
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	53,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	32
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	3480
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	Не более 0,06

**Основные характеристики**

Тип турбины	K-25-8,8
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 500
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	92,5
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	15
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м³/ч	4760
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,06



Основные характеристики	
Тип турбины	К-66-8,8
Номинальная мощность, МВт	66,7
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара на турбину, т/ч	–
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на теплообменники, м <sup>3</sup> /ч	7000
Гидравлическое сопротивление по воде, МПа	0,49

### Турбины конденсационные с воздушным конденсатором

Основные характеристики	
Тип турбины	К-37-3,4
Номинальная мощность, МВт	37
Частота вращения ротора турбины, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара на турбину при конденсационном режиме, т/ч	160
Тип воздушного коденсатора	ВК-110
Поверхность охлаждения конденсатора, м <sup>2</sup>	114880
Тип охладительной установки	ОУ-1200
Тип рабочей жидкости	ТОСОЛ А40М
Емкость бака рабочей жидкости, м <sup>3</sup>	25

## Турбины с противодавлением



### Турбины с противодавлением без регулируемого отбора пара

Основные характеристики	
Тип турбины	P-25-3,4/0,1
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °C	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	143,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °C	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	80×2

Основные характеристики	
Тип турбины	P-27-8,8/1,35
Номинальная мощность, МВт	27,35
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °C	8,8 485
Номинальный расход свежего пара, т/ч	240,5
Номинальная температура охлаждающей воды, °C	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	–



Основные характеристики	
Тип турбины	P-32,5-8,8/0,65
Номинальная мощность, МВт	32,13
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 485
Номинальный расход свежего пара, т/ч	210,3
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	–

### Турбины с противодавлением и регулируемым производственным отбором пара

Основные характеристики	
Тип турбины	ПР-13/15,8-3,4/1,5/0,6
Номинальная мощность, МВт	13
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	160
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	160
Макс. температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	40×2

Основные характеристики	
Тип турбины	ПР-35-8,8/1,0
Номинальная мощность, МВт	35
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	–
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	–
Макс. температура воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Температура охлаждающей воды, °С	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	56,9×2



# ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ

## Завод «Электросила»

Диапазон мощностей турбогенераторов, выпускаемых «Силовыми машинами», составляет от 6 до 1200 МВт. Все турбогенераторы удовлетворяют стандартам ГОСТ, МЭК и другим национальным стандартам.

### Типы турбогенераторов:

- ТВФ – турбогенераторы с форсированным водородным охлаждением;
- ТВВ – турбогенераторы с водородно-водяным охлаждением;
- ТЗВ – турбогенераторы с полным водяным охлаждением;
- ТА, ТФ, ТЗФ, ТЗФА, ТЗФАУ – турбогенераторы с воздушным охлаждением;
- ТЗФСУ – турбогенераторы с комбинированным воздушно-водяным охлаждением.

### Достоинства турбогенераторов:

- высокая надежность;
- низкий уровень нагрева и вибрации;
- высокий КПД;
- работа в режимах с потреблением реактивной мощности;
- шумозащитные кожухи, упругая подвеска сердечника статора.

### Комплект поставки турбогенераторов:

- генератор с шумозащитным кожухом;
- система возбуждения;
- системы охлаждения и вентиляции;
- автоматизированная система контроля и диагностики;
- комплект запасных частей и монтажных приспособлений;
- комплект технической документации.

### Турбогенераторы оснащаются системами возбуждения следующих типов:

- системами тиристорными самовозбуждения (СТС);
- системами тиристорными независимого возбуждения (СТН);
- системами бесщеточными диодными (СБД);
- системами тиристорными самовозбуждения реверсивными (СТС-Р) – для асинхронизированных турбогенераторов.

Турбогенераторы, сопрягаемые с газовыми турбинами, дополнительно комплектуются тиристорными пусковыми устройствами (ТПУ).

Монтаж, наладка и ввод оборудования в эксплуатацию производится специалистами «Силовых машин». При реконструкции и модернизации турбогенераторов предусматривается повышение параметров генераторов: увеличение мощности, снижение температуры, повышение надежности, продление срока службы.



## Турбогенераторы с водородным охлаждением серии ТВФ

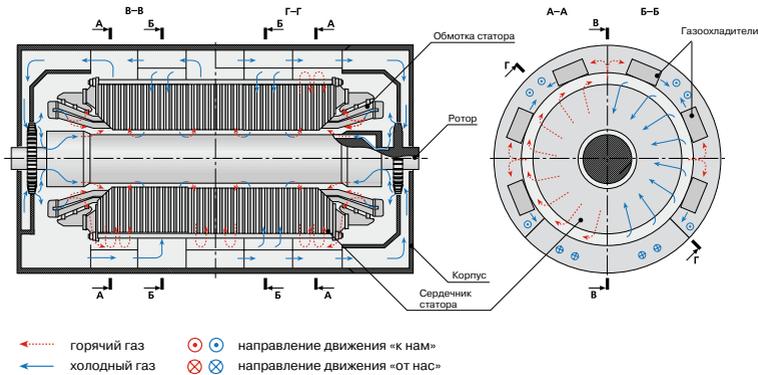


Схема вентиляции турбогенератора серии ТВФ

Конструктивные особенности турбогенераторов серии ТВФ:

- охлаждение обмотки статора – косвенное водородное;
- охлаждение обмотки ротора – непосредственное водородное по схеме самовентилиляции;
- охлаждение активной стали статора – непосредственное водородное;
- изоляция обмотки статора – на термо-реактивных связующих класса нагревостойкости F;
- изоляция обмотки ротора – класса нагревостойкости F на основе стеклоткани и теплостойких лаков.

Мероприятия по модернизации: перемотка статоров, замена роторов и систем возбуждения действующих турбогенераторов типа ТВФ.

### Типы генераторов серии ТВФ

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ•А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТВФ-120-2	100	125	98,4	10,5	3000	1967
ТВФ-165-2	165	194,12	98,6	18	3000	2012
ТВФ-200-2	200	235,3	98,5	11	3000	1957
ТВФ-100/3600	100	117,5	98,3	10,5	3600	1968 Модернизация в 2013 г.
ТВФ-660-2	660	776,5	99	24	3000	Проект

## Турбогенераторы с водородно-водяным охлаждением серии ТВВ

Турбогенераторы этого типа обеспечивают более 80% установленной мощности турбогенераторов на ТЭС и АЭС России и стран ближнего зарубежья. Турбогенераторы серии ТВВ предназначены для сопряжения с паровой турбиной и установкой на тепловых и атомных электростанциях в классе мощностей от 160 до 1200 МВт.

В турбогенераторах с водородно-водяным охлаждением применены единые принципы конструирования основных узлов. Это позволило максимально отработать их конструкцию и наладить серийное производство с высокой степенью унификации узлов.

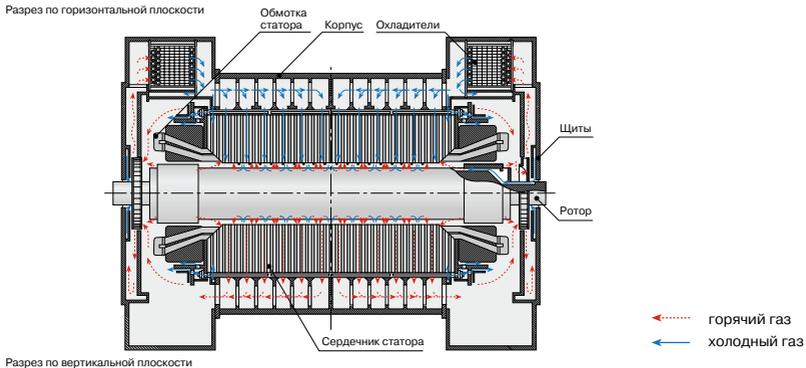


Схема вентиляции турбогенератора серии ТВВ

### Преимущества турбогенераторов серии ТВВ:

- высокая экономичность;
- маневренность;
- надежность;
- улучшенное вибрационное состояние;
- повышенная теплостойкость;
- удобство при ремонте и эксплуатации в различных климатических условиях;
- возможна эксплуатация в режимах с потреблением реактивной мощности.

### Конструктивные особенности турбогенераторов серии ТВВ:

- охлаждение обмотки статора – непосредственное водяное;
- охлаждение обмотки ротора – непосредственное водородное по схеме самовентиляции, с забором газа из зазора между статором и ротором;
- охлаждение активной стали статора – непосредственное водородное;
- усовершенствование конструкции коллекторов водяного охлаждения обмотки статора за счет применения упругого крепления и виброгасящих элементов;
- изоляция обмотки статора – непрерывная, терморезистивная, класса F нагретостойкости;



- изоляция обмотки ротора – на основе стеклоткани и теплостойких лаков, класса F нагревостойкости;
- кардинальное изменение системы крепления лобовых частей обмотки статора, обеспечивающее снижение вибрации на 20–25% по отношению к требованию стандарта и повышенную ремонтпригодность за счет разборной конструкции;
- усовершенствование конструкции торцевой зоны сердечника статора, обеспечивающее снижение нагревов на 20–30% и повышение надежности при эксплуатации.

### Типы генераторов серии ТВВ

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТВВ-160-2Е	160	188,2	98,5	18	3000	1980
ТВВ-220-2Е	220	259	98,6	15,75	3000	1987
ТВВ-220-3600Т	220	259	98,4	15,75	3000	1987
ТВВ-320-2Е	320	376	98,75	20	3000	1987
ТВВ-350-2 8	350	411	98,75	20	3000	1994
ТВВ-500-2Е	500	588,2	98,75	20	3000	1986
ТВВ-500-2М	550	647	98,65	20	3000	2013
ТВВ-500-4	500	588,2	98,7	20	1500	2007
ТВВ-600-2	660	776,5	98,8	20	3000	Проект
ТВВ-660-2Т	660	776,2	98,75	24	3000	2006
ТВВ-800-2Е	800	889	98,8	24	3000	1984
ТВВ-1000-2	1000	1111	98,75	24	3000	1984
ТВВ-1000-2/27	1000	1111	98,71	27	3000	2001
ТВВ-1000-4	1000	1111	98,8	24	1500	1977
ТВВ-1000-4	1170	1300	98,75	24	1500	2018
ТВВ-1200-2	1200	1333	98,8	24	3000	1975
ТВВ-1200-4	1255	1394	99,0	24	1500	Проект

## Турбогенераторы с полным водяным охлаждением серии ТЗВ

Турбогенераторы этой серии предназначены для строящихся электростанций, а также для замены генераторов, отработавших свой ресурс.

С учетом перспектив развития энергетики «Силовыми машинами» разработана

и освоена в производстве серия мощных турбогенераторов с полным водяным охлаждением обмоток статора, ротора и активной стали сердечника статора типа ТЗВ («три воды»), не имеющая мировых аналогов.

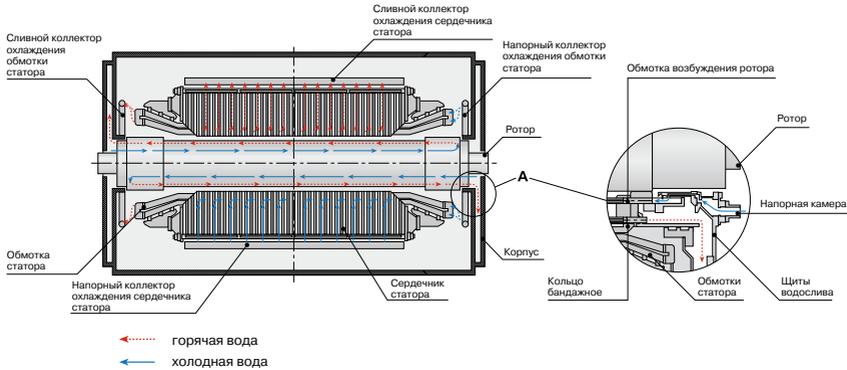


Схема охлаждения турбогенератора серии ТЗВ

### Преимущества турбогенераторов серии ТЗВ:

- взрыво- и пожаробезопасность;
- высокая маневренность и перегрузочная способность вследствие низких уровней нагрева и вибрации;
- отсутствие масляных уплотнений вала, вентиляторов и встроенных в статор газоохладителей.

### Конструктивные особенности турбогенераторов серии ТЗВ:

- наличие «самонапорной» системы охлаждения ротора, в которой отсутствуют гидравлические связи обмоток ротора с валом;
- наличие полной демпферной системы ротора;
- применение плоских силуминовых охладителей в виде сегментов с залитыми в них змеевиками из нержавеющей стальной трубки, устанавливаемых между пакетами для охлаждения активной стали сердечника статора.

### Высокая надежность обеспечена:

- мероприятиями, исключающими кавитацию и эрозию стенок полых проводников обмоток статора и ротора;
- низким уровнем поперечных колебаний ротора и подшипников;



- креплением пазовой части обмотки статора с помощью встречных клиньев и упругих прокладок;
- специально разработанной конструкцией крепления лобовых частей обмотки статора;
- улучшенной спрессовкой сердечника статора ввиду отсутствия вентиляционных распорок между пакетами.

### Типы генераторов серии ТЗВ

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ • А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТЗВ-63-2	63	78,75	98,4	6,3/10,5	3000	1968
ТЗВ-110-2	110	137,5	98,6	10,5	3000	1995
ТЗВ-220-2	220	258,8	98,8	15,75	3000	1998
ТЗВ-320-2	320	376,5	98,8	20	3000	1998
ТЗВ-800-2	800	888,9	98,9	24	3000	1980
ТЗВ-890-2А	890	988,9	98,9	24	3000	2010
ТЗВ-1200-2А	1200	1333	98,97	24	3000	2012



## Турбогенераторы с воздушным охлаждением серии ТА, ТФ и ТЗФ

Турбогенераторы предназначены для строящихся парогазовых, газотурбинных и паротурбинных установок и замены генераторов с водородным и водородно-

водяным охлаждением, выработавших свой ресурс. Охватывают диапазон мощностей от 6 до 350 МВт.

Во всех сериях применены:

- новейшая терморезистивная изоляция обмоток статора и ротора;
- электротехническая сталь с малыми удельными потерями;
- современные конструктивные материалы;
- в зависимости от мощности генераторов для изоляции обмотки статора применяется изоляция типа «Монолит-2» – сухими стеклослюдянистыми лентами с последующей вакуумно-нагнетательной пропиткой и запечкой обмотки, уложенной в сердечник статора. Либо изоляция Resin Rich – предварительно пропитанными лентами с последующей гидростатической прессовкой.

### Преимущества турбогенераторов с воздушным охлаждением современной конструкции:

- повышенная надежность, обусловленная простотой конструкции;
- уменьшенный объем вспомогательного оборудования;
- простота и сокращение сроков профилактического ремонта;
- повышенная маневренность;
- безопасность при обслуживании;
- высокая заводская готовность, вплоть до отгрузки моноблока агрегата, испытанного в заводских условиях;
- сокращенный срок монтажа.

**Серия ТА** – турбогенераторы с косвенным охлаждением обмотки статора и ротора и непосредственным воздушным охлаждением сердечника статора.

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТА-6-2	6	7,5	97,8	10,5/6,3	3000	2002
ТА-12-2К	12	15	98,35	10,5/6,3	3000	2003
ТА-15-2/6,6Т	15	18,75	98,35	6,3 (6,6)	3000	2004
ТАП-25-2	25	31,25	98,4	10,5/6,3	3000	2007
ТАП-30-2	30	37,5	98,4	10,5/6,3	3000	2012



**Серия ТФ** – турбогенераторы с непосредственным воздушным охлаждением обмотки ротора и сердечника статора, с косвенным охлаждением обмотки статора.

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ • А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТФП-18-2ТЗ	18	22,5	98,1	6,3/10,5(11)	3000	2004
ТФП-25-4	25	27,78	97,5	10,5	1500	1996
ТФП-35-2М5	35	43,75	98,1	10,5	3000	2008
ТФП-40-2Н	40	50	98,35	6,3/10,5	3000	2004 Модернизация в 2016 г.
ТФП-110-2/13,8	110	137,5	98,5	13,8	3000	1998

**Серия ТЗФ** – турбогенераторы с воздушным охлаждением по трехконтурной схеме. Турбогенераторы этой серии являются дальнейшим развитием серии ТФ. Конструкция турбогенераторов типа ТЗФ позволяет увеличить единичную мощность турбогенераторов с воздушным охлаждением до 350 МВт. Надежность и перегрузочная способность достигаются за счет разделения потоков воздуха, охлаждающего статор и ротор, исключения их взаимного отрицательного влияния. Это позволяет снизить нагрев активных и конструктивных частей генератора при одновременном снижении расхода воздуха.

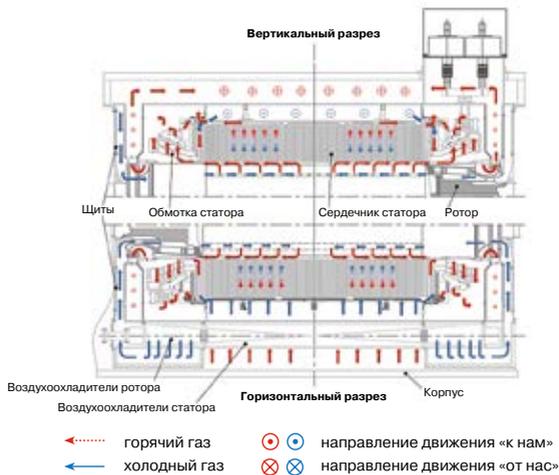


Схема вентиляции турбогенератора серии ТЗФ



Турбогенераторы этой серии отличаются:

- более интенсивным и равномерным охлаждением активных частей;
- применением изоляционных материалов с повышенной теплопроводностью;
- улучшенными характеристиками;
- меньшей монтажной массой статора.
- повышенным значением КПД;
- лучшим использованием электротехнических материалов;

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТЗФП-63-2М ТЗФГ-63-2М	63	78,75	98,4	10,5/6,3	3000	2004 2007
ТЗФП-80-2М	80	100	98,5	10,5	3000	2016
ТЗФП-110-2М ТЗФГ-110-2М	110	137,5	98,45	10,5	3000	2006 2002
ТЗФП-130-2	130	162,5	98,45	10,5	3000	2014
ТЗФП-160-2М ТЗФГ-160-2М	160	188,2	98,7	15,75	3000	2004 2002
ТЗФГ-180-2	180	211,8	98,6	15,75	3000	2011
ТЗФП-220-2	225	264,7	98,6	15,75	3000	2008
ТЗФП-350-2	350	411,8	98,75	20	3000	Проект



## Турбогенераторы серии ТЗФА, ТЗФАУ, ТЗФСУ, АСК

### Асинхронизированные турбогенераторы типов ТЗФА, ТЗФАУ и ТЗФСУ с воздушным и комбинированным воздушно-водяным охлаждением

Асинхронизированные турбогенераторы с воздушным и комбинированным воздушно-водяным охлаждением мощностью 110, 160 и 320 МВт, а также компенсаторы предназначены для регулирования уровня реактивной мощности в энергосистемах и напряжения сети

в узле подключения. Турбогенераторы данного типа устанавливаются на вновь строящихся электростанциях, а также при замене генераторов, отработавших свой ресурс, на стандартные фундаменты блоков соответствующей мощности.

Установка генераторов этой серии является радикальным и экономичным средством решения проблем работы энергосистем и позволяет:

- повысить статическую и динамическую устойчивость энергосистемы;
- потреблять и вырабатывать реактивную мощность в широком диапазоне;
- стабилизировать уровень напряжения в сети.

Конструктивное исполнение торцевых зон сердечника статора характеризуется повышенной механической прочностью и интенсивным охлаждением. Две управляемые обмотки возбуждения на роторе, питаемые от индивидуальных систем возбуждения и управляемые общим автоматическим регулятором, обеспечивают повышенную динамическую устойчивость энергоблоков и энергосистемы в целом.

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТЗФА-110-2УЗ	110	116	98,1	10,5	3000	2003
ТЗФАУ-160-2УЗ	160	188,2	98,45	15,75	3000	2007
ТЗФСУ-320-2УЗ	320	376,5	98,6	20	3000	2008

### Асинхронизированные компенсаторы (АСК)

АСК обеспечивают регулирование реактивной мощности в электрической сети, что особенно актуально при передаче электроэнергии по длинным линиям и в локальных сетях при существующем периодическом изменении потребляемой мощности.

Асинхронизированные компенсаторы отличаются от синхронных наличием

дополнительной обмотки возбуждения по поперечной оси ротора. Для АСК неявнополюсного исполнения магнитодвижущая сила (МДС) этой обмотки может быть выполнена существенно меньшей, чем МДС основной обмотки возбуждения.

Тип компенсатора	Мощность, МВар	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Общая масса, т	Год ввода в серийное производство
АСК-100-4	100 ... +100	20	1500	260	2008

# ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Предприятия «Силовых машин» – Ленинградский Металлический завод, ТКЗ «Красный котельщик», Калужский турбинный завод – обладают богатым опытом проектирования и изготовления теплообменного оборудования высокого и низкого давления, а также различного вспомогательного оборудования, которое успешно эксплуатируется на тепловых станциях в России и за рубежом.

## Теплообменное оборудование для тепловых электростанций

### Ленинградский Металлический завод

Тип оборудования	Диапазон мощности турбоустановок, МВт	Площадь теплообменной поверхности, м <sup>2</sup>	Материал теплообменных труб	Способ закрепления труб в трубных досках
Конденсаторы для паровых турбин тепловых электростанций	25 – 1200	1750 – 60000	медно–никелевые сплавы: нерж. стали, титан	вальцевание, вальцевание с обваркой
Конденсаторы для паровых турбин атомных электростанций	200 – 1500	20000 – 120000	нерж. сталь, титан	вальцевание с обваркой
Подогреватели регенеративные типа ПНД	25 – 1200	150 – 3600	нерж. стали: 08Х18Н10Т, 08Х18Н10	вальцевание, вальцевание с обваркой
Подогреватели сетевые, пиковые	25 – 1200	1300 – 5000	нерж. сталь, титан	вальцевание, вальцевание с обваркой
Маслоохладители систем смазки и регулирования	25 – 1200	10 – 700	нерж. сталь с алюминиевым оребрением	вальцевание с обваркой
Эжекторы пароструйные	25–200	25	нерж. стали: 08Х18Н10Т, 08Х18Н10	вальцевание
Эжекторы водоструйные	250–1000	–	–	–





## Конденсаторы

Конденсационные устройства паротурбинных установок в значительной мере определяют экономичную и надежную работу энергоблоков ТЭС и АЭС. Увеличение расходов пара через последние ступени мощных паровых турбин ТЭС и АЭС приводит к росту поверхности

теплообмена и размеров конденсатора. При разработке и изготовлении конденсаторов для ТЭС и АЭС «Силовые машины» применяют современные решения, повышающие экономические и теплотехнические показатели.

Современные конструкторско-технологические решения включают:

- использование раздельной модульной конструкции трубных пучков, форма которых отработана как расчетными методами, так и практическими испытаниями;
- конденсаторы конструктивно выполняются двухпоточными с возможностью отключения одной половины конденсатора по циркуляционной воде, что обеспечивает ремонтопригодность при эксплуатации;
- поставка блоками повышенной заводской готовности (в том числе с наб-

ранными трубками), что значительно сокращает время монтажа и расходы на его выполнение;

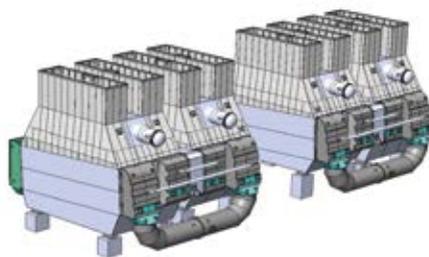
- применение современных технологий закрепления трубок в основных трубных досках;
- применение в конструкции конденсаторов материалов, обеспечивающих нормальный водно-химический режим работы парогенераторов.

Совместно с разработкой конденсаторов для новых паровых турбин «Силовые машины» участвуют в проектах модернизации работающих электростанций. Одним из направлений является разработка и замена трубных систем конденсаторов АЭС с целью продления ресурса работы турбоустановки и обеспечения нормального водно-химического режима работы парогенераторов путем исключения медьсодержащих материалов. Выбор материала охлаждающих трубок производится исходя из химического состава охлаждающей воды и требований заказчика.

Среди применяемых материалов в качестве охлаждающих трубок конденсаторов используются:

- медноникелевые сплавы МНЖ5-1, МНЖМц-10-1-1; МНЖМц-30-1-1;
- нержавеющие стали 08Х18Н10(ТР304), 08Х18Н10Т (ТР321), 10Х17Н13М2Т (ТР316L);
- титан марки ВТ1-0.

Развальцовка и уплотняющая приварка трубок выполняются в заводских условиях с соблюдением всех необходимых требований и проверяются специальным оборудованием для пневматического тестирования.



Тип конденсатора	Тип турбины, МВт	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Габариты конденсатора L×B×H, мм	Материал труб	Способ крепления трубок	Расход циркуляционной воды, м <sup>3</sup> /час	Расчетное давление по охлаждающей среде, МПа	Масса, т
30КП-1750-1	ПТ30-8,8	1750	7610×2800×4820	МНЖ5-1	вальцевание	4000	0,25	39,5
35КП-2350-1	ПТ35/55-3,2	2350	8470×2800×4470	МНЖ5-1	вальцевание	6500	0,25	45,1
50КП-4000-1	К50-90-4	4000	10400×3560×5270	08X18H10T	вальцевание	8000	0,25	73,5
60КЦСТ-4	ПТ60-130 ПТ60-90	3000	9200×3470×5530	МНЖ5-1	вальцевание	8000	0,2	61
65КЦСТ-5	ПТ65-130 ПТ65-90	3000	9200×3470×5530	МНЖ5-1	вальцевание	8000	0,2	60
80КП-7000-1	К-80-7,4	7000	12325×4640×6800	08X18H10T (ASTM TP321)	вальцевание	17400	0,7	143
110КП-7500-1	К-100-13,0/36000	7500	12140×7000×8400	титан	вальцевание с обваркой	17000	0,2	123,5
120КП-3300-2	Т-120/130-12,8	3300	10365×3660×6780	08X18H10T (ASTM TP321)	вальцевание	8600	0,25	82,5
120КП-7150-1	КТ-120-8,2	7180	12520×3020×9010 (2 корпуса)	титан	вальцевание с обваркой	12600	0,2	171
130КП-6000-1	К-130-8,8-1	6000	10500×3330×6300 (2 корпуса)	МНЖ5-1	вальцевание	16000	0,15	160
130КП-9000-3	Т-120/140-12,8-2	9000	14510×2960×8115 (2 корпуса)	МНЖ5-1	вальцевание	16000	0,3	207,3
130КП-10000-1	К-130-12,8	10000	12980×7150×8000	08X18H10T (ASTM TP321)	вальцевание	22000	0,25	220
180КП-7700-1	Т-180-16,0	7700	12500×3300×9320 (2 корпуса)	08X18H10T (ASTM TP321)	вальцевание с обваркой	18000	0,25	210
225КП-11400-1	К-225-12,8-3М	10100	11760×4482×6940 (2 корпуса)	МНЖ5-1	вальцевание	25000	0,1	265
330КП-18200-2	К-330-240P	18000	14045×8900×9780	МНЖ5-1	вальцевание	36000	0,25	400
660КП-35500-2	К-660-247	35500	19350×7500×14100 (2 корпуса)	ASTM TP304	вальцевание на монтаже	64000	0,5	900



Тип конденсатора	Тип турбины, МВт	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Габариты конденсатора L×B×H, мм	Материал труб	Способ крепления труб	Расход циркуляционной воды, м <sup>3</sup> /час	Расчетное давление по охлаждающей среде, МПа	Масса, т
800КЦС-5	К-800-240-5	41200	29500×7860×10930 (2 корпуса)	МНХ5-1	вальцевание	73000	0,1	870,6
800КП-60000-1	К-800-130/3000	60000	17250×8800×15800 (3 корпуса)	титан	вальцевание с обваркой	95000	0,25	1420,6
1000КП-100800-3	К-1000-60/1500-2	100800	19830×10500×9520 (3 корпуса)	титан	вальцевание с обваркой	169800	0,15	1008 (масса поставленных блоков)
1000КП-82000-2	К-1000/60-3000-4	81160	16540×8400×13340 (4 корпуса)	08Х18Н10Т (ASTM TP321)	вальцевание с обваркой	170000	0,25	1850
1000КП-82000-4	К-1000/60-3000	81160	16200×8590×13340 (4 корпуса)	ASTM TP316L	вальцевание с обваркой	170000	0,25	1800
1000КП-96000-1	К-1000/60-3000	105390	20085×8800×15850 (3 корпуса)	титан	вальцевание с обваркой на монтаже	235000	0,13	1752
1200КП-95000-1	К-1200-6,8/50	101000	19605×8400×16440 (4 корпуса)	титан	вальцевание с обваркой	143680	0,4	2060
1200КП-95000-2	К-1200-6,8/50	101000	19605×8400×16440 (4 корпуса)	титан	вальцевание с обваркой	170000	0,25	2060

## Теплообменное оборудование низкого давления

### Подогреватели низкого давления

Подогреватели низкого давления (ПНД) поверхностного и смешивающего типов, предназначены для подогрева основного конденсата (питательной воды) в системах регенерации паротурбинных установок за счет охлаждения и конденсации пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбоустановок.

ПНД предназначены для комплектования турбоустановок производства ЛМЗ мощностью от 800 до 1200 МВт.

Подогреватели низкого давления представляют собой вертикальные цилиндрические аппараты с нижним расположением камеры основного конденсата и

теплообменной поверхностью, образованной U- и П-образными трубками из нержавеющей стали, закрепленными в трубных решетках с помощью вальцовки. Некоторые подогреватели имеют встроенные зоны охлаждения пара (ОП) и конденсата (ОК).

Подогреватели низкого давления изготавливаются в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии – НП-089-15 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

### Подогреватели низкого давления поверхностные

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогревателя без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч без допуска	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПНД, °С	Зоны охлаждения конденсата	Зоны конденсации пара	Зоны охлаждения пара	Диаметр (внутренний) корпуса	Высота (длина) подогревателя	
ПН-2020-2,94-1,08-А	2754,8	2,94	1,08	330	–	2012,9	–	2200	11200	50,0
ПН-2110-2,94-1,08-А	2361,4	2,94	1,08	190	–	2100,5	–	2400	11600	50,0
ПН-650-1,27-0,2-А	691,87	1,27	0,139	110	–	648,5	–	1600	11300	18,3
ПН-2440-3-0,4-1А	4000,0	3,038	0,184	175	–	2440,0	–	2800	10300	60,0
ПН-3570-3-1,2-1А	4000,0	3,038	0,685	175	–	3571,1	–	3000	11650	79,0
ПН-890-1,7-0,3-1А	868,5	1,6	0,2	110	–	888,0	–	1800	11500	24,3
ПН-2800-3,04-0,29-А	3766,1	2,943	0,196	150	–	2801,0	–	2600	11250	57,5
ПН-3920-3,04-0,98-А	3766,1	2,943	0,883	181	–	3918,0	–	3000	12350	84,5



### Подогреватели низкого давления смешивающие

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогревателя без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч без допуска	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПНД, °С	Зоны охлаждения конденсата	Зоны конденсации пара	Зоны охлаждения пара	Диаметр (внутренний) корпуса	Высота (длина) подогревателя	
ПНСВ-2500-3А	2168,6	–	0,111	125,6	–	–	–	3200	8200	21,3
ПНСГ-2400-2А	2075,6	–	0,049	80,2	–	–	–	2600	8800	20,0
ПНСВ-4000-2А-М	3474,3	–	0,062	87,3	–	–	–	4000	11000	44,5
ПНСВ-500-2	450,9	–	0,087	154,6	–	–	–	2000	6350	7,0

### Подогреватели сетевой воды

Подогреватели сетевой воды (ПСВ) поверхностного типа, предназначены для подогрева сетевой воды (отопление, горячее водоснабжение) за счет охлаждения и конденсации пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбоустановок. ПСВ предназначены для комплектования турбоустановок производства ЛМЗ мощностью от 800 до 1200 МВт. Подогреватели сетевой воды представляют собой вертикальные цилиндрические аппараты с нижним расположением камеры основного конденсата, плавающей головкой

(поворотной водяной камерой) и теплообменной поверхностью, образованной прямыми трубками из нержавеющей стали, закрепленными в трубных решетках с помощью вальцовки и/или сварки. Подогреватели сетевой воды изготавливаются в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии – НП-089-15 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогревателя без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч без допуска	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПНД, °С	Зоны охлаждения конденсата	Зоны конденсации пара	Зоны охлаждения пара	Диаметр (внутренний) корпуса	Высота (длина) подогревателя	
ПСВ-1400-1,08-2,35	1467,5	2,35	1,08	125	117,8	1288,5	–	2200	13000	47,1
ПСВ-1250-1,08-2,35	1545,0	2,35	1,08	250	–	1256,0	–	2000	12000	36,7
ПСВ-620-1,0-2,16	926,1	2,158	1,0	185	83,5	531,4	–	1800	10100	29,8
ПСВ-630-1,0-2,16	926,1	2,158	1,0	185	–	627,3	–	1500	9900	23,2
ПСВ-560-1,0-2,16	926,1	2,158	1,0	185	–	557,9	–	1500	9100	21,0
ПСВ-1230-0,95-2,0	1595,0	2,0	0,95	180	80,9	1147,7	–	2000	13350	45,9
ПСВ-1020-0,95-2,0	1595,0	2,0	0,95	180	–	1018,5	–	1800	11450	33,6
ПСВ-700-0,95-2,0	1595,0	2,0	0,95	180	–	693,1	–	1800	2800	26,8

## Теплообменное оборудование для тепловых электростанций

### ТКЗ «Красный котельщик»

Таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик» обладает обширным и успешным опытом разработки, исследований и производства теплообменного оборудования высокого и низкого давлений.

Объем производства теплообменного оборудования и оборудования водоподготовки на «Красном котельщике» составляет до 25% от общего объема производства продукции.

Сегодня «Красный котельщик» – абсолютный лидер в производстве подогревателей высокого давления коллекторно-спиральной конструкции, в том числе

современных их модификаций, имеющих повышенную тепловую эффективность (с поверхностью теплообмена из труб малого диаметра). В своем сегменте это оборудование – вне конкуренции на рынке России и СНГ по соотношению «цена/качество». Конструкция данных аппаратов в силу высокой ремонтпригодности позволяет сохранять эффективность их работы на протяжении всего срока эксплуатации.

Конструкции теплообменного оборудования разрабатываются в тесном сотрудничестве с головными институтами энергомашиностроительной отрасли.

## Классификация

### Теплообменное оборудование высокого давления

- Подогреватели высокого давления коллекторно-спирального типа (более 60 типоразмеров).
- Подогреватели высокого давления камерного типа (более 10 типоразмеров).
- Охладители пара.



### Теплообменное оборудование низкого давления

- Подогреватели низкого давления (более 30 типоразмеров).
- Теплообменники водоводяные.
- Охладители воды.
- Подогреватели пароводяные.
- Подогреватели сетевой воды.
- Деаэраторы с номинальной производительностью до 6300 т/ч (более 30 типоразмеров)
- Испарители поверхностного типа и паропреобразователи.





## Теплообменное оборудование высокого давления

### Подогреватели высокого давления коллекторно-спирального типа

#### Преимущества:

- наиболее широкая среди конкурентов номенклатура;
- длительный срок службы (до 40 лет);
- 100% ремонтпригодность;
- отсутствие ограничений по мощности и параметрам;
- неограниченная работа турбоустановки.

Для систем регенерации высокого давления (СРВД) паротурбинных установок (ПТУ) мощностью от 50 до 1200 МВт применяется коллекторно-спиральная сварная конструкция ПВД вертикального типа с поверхностью теплообмена из углеродистых труб с наружным диаметром  $D_n=32$  мм и толщиной стенки  $S=4-6$  мм. Поверхность теплообмена представляет собой одно- или двух-плоскостной горизонтально расположенный плоскоспиральный трубный элемент (ПСТЭ). С целью повышения технического уровня подогревателей высокого давления разработана конструкция унифицированной серии подогревателей с поверхностью теплообмена из углеродистых труб с  $D_n=22$  мм и толщиной стенки  $S=3,5$  мм. Это позволило интенсифицировать теплообмен, снизить удельную металлоемкость, повысить компактность и надежность. Данные подогреватели

высокого давления по своим параметрам, установочным и присоединительным размерам могут устанавливаться взамен подогревателей с поверхностью теплообмена из труб  $D_n=32$  мм без дополнительных затрат. Разработаны также подогреватели высокого давления (6 типоразмеров) для ПТУ на сверхкритические начальные параметры пара перед турбиной (давление 37 МПа) типа ПВД-1100-37 и ПВД-1300-37-2; -4,5 и -7,0 с применением комбинированных плоскоспиральных трубных элементов в виде «капли», представляющих собой присоединение двух одноплоскостных и одного двухплоскостного ПСТЭ вместо традиционной круглой формы. Основным и приоритетным показателем ПВД коллекторно-спирального типа производства завода «Красный котельщик» является его 100% ремонтпригодность, в отличие от подогревателей других конструктивных решений.

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч, с допуском	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПВД, °С	Полная	Зона ОП	Зона ОК	Диаметр (наружный) ±1%, но не более 20 мм	Длина (расстояние между крайними точками) (допуск ±50)	
ПВ-50/180	87 (+0,5; -20)	18,5	3,25	422	54	-	-	1150	3885	6,4
ПВ-180-180-20-3	200 (+5; -25)	17,7	1,96	350	146	-	17,5	1528	5040	11,7
ПВ-180-180-33-1			3,24	435	180	32,8	16,3	1540	5650	14,9
ПВ-350-230-21-3	375 (+5; -75)	22,6	2,06	355	303	-	67,2	1532	6730	18,8
ПВ-350-230-36-1			3,53	430	350	31,6	42,1	1550	7250	23,3
ПВ-350-230-50-1	550 (+5; -80)	22,6	4,90	475	425	-	63,0	1732	7640	26,1
ПВ-425-230-13-1			1,28	450	425	42,0	1740	6795	25,9	
ПВ-425-230-25-4	550 (+5; -80)	22,6	2,45	475	383	-	63,0	1740	6795	25,7
ПВ-425-230-37-1			3,63	500	425	42,0	1760	7640	31	
ПВ-475-230-50	550 (+5; -80)	22,6	4,9	420	477	83,0	41,5	1772	8250	38,1
ПВ-775-265-13	700 (+10; -75)	26,0	1,28	480	775	72,4	92,8	2244	9625	51
ПВ-775-265-31-1			3,04	350	703	-	2260	8770	50	
ПВ-775-265-45	850 (+10; -85)	22,6	4,41	405	775	82,5	51,6	2290	9625	63,5
ПВ-760-230-14-1			350	676	-	95,0	8370	54,3		
ПВ-800-230-21	850 (+10; -85)	22,6	3,92	375	800	84,5	63,4	2280	9050	62,35
ПВ-800-230-32			475	800	84,5	31,7	9050	62,9		
ПВ-900-380-18-1	950 (+10; -80)	37,2	1,77	475	992	101,0	152,0	2464	72,1	
ПВ-900-380-66-1			6,47	390	980	75,0	2520	92,2		
ПВ-1200-380-43-1	950 (+10; -80)	37,2	4,22	335	1203	125,0	188,0	2680	89,6	



ПВ-1250-380-21-1	1030 (+10; -80)	37,2	2,06	425	1300	124,0	187,0	2664	10370	93,5
ПВ-1700-380-51-1	1030 (+10; -80)	37,2	5,0	310	1678	134,0	201,0	3110	9925	139,9
ПВ-1550-380-70-1	1030 (+10; -80)	37,2	6,88	365	1558	152,0	152,0	2960	10535	152
ПВ-1800-37-2,0	1700 (+10; -90)	37,0	2,0	450	1782	108,0	126,0	2860	11175	127,6
ПВ-1800-37-4,5	1700 (+10; -90)	37,0	4,5	300	1890	-	126,0	2910	11305	150,5
ПВ-1800-37-6,5	1700 (+10; -90)	37,0	6,5	350	1782	98,6	81,4	2960	11395	172,4
ПВ-1800-37-2,0-1	1700 (+10; -90)	37,0	2,0	450	1782	108,0	126,0	2860	11175	127,6
ПВ-1800-37-4,5-1	1700 (+10; -90)	37,0	4,5	300	1890	-	126,0	2910	11305	150,6
ПВ-1800-37-6,5-1	1700 (+10; -90)	37,0	6,5	350	1782	98,6	81,4	2960	11395	172,6
ПВД-250-23-2,5	250 (+5; -25)	23,0	2,5	350	224,5	19,1	28,7	1540	6435	17,33
ПВД-250-23-3,5	250 (+5; -25)	23,0	3,5	350	224,5	19,1	28,7	1550	6435	19
ПВД-375-23-2,5-1	365 (+5; -190)		2,5	350				1540		19,3
ПВД-375-23-3,5-1		23,0	3,5	435	262,7	19,1	28,7	1550	6880	21
ПВД-375-23-5,0-1	370 (+5; -65)		5,0	450				1568		23,15
ПВД-550-23-2,5-1			2,5					1540		27
ПВД-550-23-3,5-1	550 (+50; -110)	23,0	3,5	450	450	48,0	72,0	1550	8330	29,1
ПВД-550-23-5,0-1			5,0				48,0	1568		32,1
ПВД-550-37-2,0	475 (+75; -75)	37,0	2,0	450	450	47,8	71,6	1540	8400	28,2
ПВД-550-37-4,5	475 (+75; -75)	37,0	4,5	335	450	47,8	71,6	1568	8400	33,2
ПВД-550-37-7,0	475 (+75; -75)	37,0	7,0	400	450	47,8	47,8	1610	8400	39,5
ПВД-550-230-25	550 (+50; -110)	23,0	2,5	450	450	48,0	72,0	1540	9090	27
ПВД-550-230-35	550 (+50; -110)	23,0	3,5	450	450	48,0	72,0	1550	9090	29,3
ПВД-550-230-50	550 (+50; -110)	23,0	5,0	450	450	48,0	48,0	1568	9090	32,4
ПВД-650-23-2,5	650 (+20; -100)	23,0	2,5	450	506,7	47,8	47,8	1540	9070	31,2
ПВД-650-23-3,5	650 (+20; -100)	23,0	3,5	360	506,7	47,8	47,8	1550	9070	32,4



Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм			Масса без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч, с допуском	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПВД, °С	Полная	Зона ОП	Зона ОК	Диаметр (наружный) (допуск ±1%, но не более 20 мм)	Длина (расстояние между крайними точками) (допуск ±50)		
ПВД-650-23-5,0	650 (+20; -100)	23,0	5,0	400	506,7	47,8	47,8	1568	9070	34,7	
ПВД-850-23-1,5	850 (-200)	23,0	1,5	480	738,7	38,2	89,2	2044	9815	48,8	
ПВД-850-23-3,5	850 (-200)	23,0	3,5	350	738,7	38,2	89,2	2064	9815	57,25	
ПВД-850-23-5,0	850 (-200)	23,0	5,0	405	738,7	38,2	89,2	2090	9815	64,4	
ПВД-1100-37-2,0	1030 (+10; -90)	37,0	2,0	450	1017		146,7	2660	10400	80,81	
ПВД-1100-37-4,5	1030 (+10; -90)	37,0	4,5	315	1105	185,8	146,7	2710	10300	98,06	
ПВД-1100-37-7,0	1030 (+10; -90)	37,0	7,0	375	1037	107,6	88,0	2760	10400	118,2	
ПВД-1300-37-2,0	1350 (+10; -80)	37,0	2,0	440	1203		146,7	2660	11400	89,0	
ПВД-1300-37-4,5	1350 (+10; -80)	37,0	4,5	280	1262	185,8	146,7	2710	11350	106,8	
ПВД-1300-37-7,0	1350 (+10; -80)	37,0	7,0	343	1223	107,6	88,0	2760	11400	130,32	



## Подогреватели высокого давления камерного типа

### Преимущества:

- компактность, малый вес;
- удобство ремонта;
- легко организовать зоны охлаждения пара и конденсата;
- относительная простота изготовления.

ТКЗ первым в России разработал и изготовил серию подогревателей высокого давления камерного типа для блоков докритических параметров ТЭС, соответствующих лучшим мировым аналогам и имеющих большой потенциал для поставки их на экспорт.

Первая конструкция горизонтальных камерных ПВД была изготовлена и поставлена с расчетным давлением по питательной воде на 12 МПа, с поверхностью теплообмена в 2180 м<sup>2</sup> и диаметром корпуса 2000 мм. Данные подогреватели успешно эксплуатируются на Нововоронежской АЭС до настоящего времени.

Для сохранения лидирующих позиций в этом сегменте был разработан типоразмерный ряд ПВД камерного типа с применением U-образных труб диаметром 16×2 мм (ПВД-К-300, ПВД-К-400 и ПВД-К-700) для систем регенерации

т/у на докритические параметры (давление до 240 кг/см<sup>2</sup>).

В 1995–1996 годах были изготовлены опытные образцы ПВД-К-400, которые эксплуатируются в составе теплофикационной турбины на Волгоградской ТЭЦ-2. В 2005 году изготовлены и поставлены на ТЭС «Уонг Би» (Вьетнам) камерные подогреватели высокого давления горизонтального типа.

В 2009 году изготовлены и поставлены на Красноярскую ТЭЦ-3 подогреватели высокого давления камерного типа ПВД-К-700-24-4,5-5 (-6; -7).

В 2015 году изготовлены ПВД-К-5 (140 т) и ПВД-К-6 (120 т) для Белорусской АЭС. Основные элементы конструкции ПВД: паровой корпус, водяная камера, трубная доска, U-образная трубная поверхность теплообмена, дистанционирующие перегородки, патрубок подвода пара, патрубок отвода конденсата греющего пара, патрубки подвода и отвода питательной воды, люк-лаз. Трубная система состоит из U-образных труб из стали 08Х14МФ наружным диаметром 16 мм и толщиной стенки 1,4 мм. Подогреватели высокого давления камерного типа данной конструкции ранее ТКЗ не изготавливал.

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч, без допуска	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПВД, С	Полная	Зона ОП	Зона ОК	Диаметр (наружный) (допуск ±1%, но не более 20 мм)	Длина (расстояние между крайними точками) с допуском	
ПВД-К-300-17-3,5-4	290	16,2	3,6	350	300,3	54,9	51,0	1450	6510±50	25,65
ПВД-К-300-17-3,5-5				420			54,3			18,9
ПВД-К-400-20-4,5-5	367,4	20,1	4,3	265	355,4	54,9	51,0	1466	7310±50	30,43
ПВД-К-400-20-4,5-6				323						
ПВД-К-400-20-4,5-7	400	20,1	4,3	390	356,7	54,3	18,9	1466	7310±50	29,8
ПВД-К-700-24-2,0	690	24,0	3,5	445	669,8	83,6	80,7	1764	8950±100	44,5
ПВД-К-700-24-3,5				327						
ПВД-К-700-24-4,5	720	24,0	4,5	380	665,9	83,0	28,1	1780	8950±100	47,0
ПВД-К-700-24-4,5-5	720	24,0	4,5	444	669,2	83,04	–	1780	8950±100	49,6
ПВД-К-700-24-4,5-6	720	24,0	4,5	303	669,8	83,6	80,8	1780	8950±100	48,6
ПВД-К-700-24-4,5-7	720	24,0	4,5	392,3	665,9	83,0	28,1	1780	8950±100	47
ПВД-К-2Г-1100-24-2,0Т3	1100	24,0	2,0	320,2	914	–	85,4	1550	14300±100	54,9
ПВД-К-2Г-1100-24-4,5Т3	1100	24,0	4,5	333,1	914	–	85,4	1564	14300±100	57,8



## Охладители пара

Охладитель пара (ОП) типа ОП-К2Г-200-24-2,0ТЗ обособлен в схеме регенерации и должен располагаться над подогревателем высокого давления. В этой зоне происходит охлаждение пара питательной водой. Межтрубное пространство ОП ограничено кожухами. Пар из отбора турбины поступает в охладитель пара, а затем из него в подогреватель высокого давления.

Охладитель пара представляет собой аппарат сварной конструкции камерного типа горизонтального расположения.

Охладитель пара имеет одну водяную камеру, к которой, в свою очередь, присоединяются два корпуса, расположенные горизонтально. Подвод питательной воды в водяную камеру – нижний, а под-

вод греющего пара в корпус – верхний. Трубная система – камерной конструкции с двухходовым движением питательной воды.

Для организации движения пара в межтрубном пространстве и перехода греющего пара из одного хода в другой в верхней и нижней частях относительно центральной горизонтальной перегородки ОП установлены вертикальные перегородки.

Поверхность теплообмена набирается из U-образных трубных элементов, изготовленных из труб  $D_n \times S = 16 \times 2$  мм.

Материал труб – сталь нержавеющая аустенитного класса.

Плотность фланцевого соединения обеспечивается сваркой приварных металлических мембран.

## Теплообменное оборудование низкого давления

### Подогреватели низкого давления (ПНД)

Подогреватели низкого давления предназначены для регенеративного подогрева питательной воды в системах регенерации паровых турбин за счет охлаждения и конденсации пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбоустановок. ПНД предназначены для комплектования турбоустановок любой мощности от 50 до 1200 МВт. Подогреватели низкого давления производства ТКЗ представляют собой вертикальные цилиндрические аппараты с верхним расположением камеры основного конденсата и теплообменной поверхностью, образованной U-образными трубками из нержавеющей стали, закрепленными в трубных решетках с помощью вальцовки. Некоторые

подогреватели имеют встроенные зоны охлаждения пара (ОП) и конденсата (ОК). Подогреватели низкого давления изготавливаются в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032-2013.

Традиционная конструкция подогревателей для атомных станций – с плавающей головкой и нижним расположением неподвижной трубной решетки. Для новых блоков атомных станций разработаны конструкции с U-образными трубками. Подогреватели низкого давления изготавливаются с поверхностями теплообмена от 100 (ПН-100-16-4-III) до 3200 м<sup>2</sup> (ПН-3200-30-16-IIA). Масса единицы оборудования – до 114 т.

### Подогреватели низкого давления смешивающего типа

Кроме поверхностных подогревателей низкого давления типа ПН, в которых греющая и нагреваемая среды разделены теплообменной поверхностью, в номенклатуре «Красного котельщика» имеются подогреватели низкого давления смешивающего типа (ПНСВ – вертикального типа, ПНСГ – горизонтального типа). В этих аппаратах теплообмен происходит путем

непосредственного контакта основного конденсата с греющим паром. Подогреватели низкого давления смешивающего типа изготавливаются диаметром корпуса от 2200 (ПНСВ-800-2) до 3600 мм (ПНСГ-4000-IIA-M). Масса единицы оборудования – до 49 т. ПНСВ-2000-2, ПНСВ-800-2, ПНСГ-4000-IIA-M поставляются с гидрозатворами.



Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)				Габаритные размеры, мм			Масса без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питательной воды, т/ч, без долука	Давление питательной воды в трубной системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Температура пара на входе в ПНД, °С	Зоны охлаждения конденсата	Зоны конденсации пара	Зоны охлаждения пара	Диаметр (внутренний) корпуса	Высота			
ПН-100-16-4-III	465	16	0,39	425	-	100	-	1000	3700	4,0		
ПН-100-25-6-2,3,4	153,6; 172,9; 172,9	2,5	0,6	240	-	-	-	-	-	-		
ПН-250-16-7-II	400	1,6	0,7	400	-	250	-	1200	5580	7,6		
ПН-250-16-7-IIМ					-	326	24			10,5		
ПН-350-16-7-I					29	321	-	1400	5827	10,4		
ПН-350-16-7-II	575	1,6	0,68	400	-	350	-	-	-	10,5		
ПН-350-16-7-III					-	324	-	-	6150	13,6		
ПН-325-1,96-0,686					45	315	-	1400	6435	13,5		
ПН-360-1,96-0,686	468	1,96	0,68	275	-	405	-	-	7030	14,0		
ПН-405-1,96-0,686					-	400	-	1600	5625	14,0		
ПН-400-26-7-II	610	2,6	0,7	400	-	541,5	38,5	-	6470	17,0		
ПН-400-26-8-V	686		0,8		-	-	-	-	-	-		
ПН-550-25-6-I					28	500	-	1800*Д1=2000	6730	18,1		
ПН-550-25-6-II	780	2,5	0,6	320	-	580	-	-	6450	17,6		
ПН-550-25-6-III					-	-	-	-	-	17,4		
ПН-550-25-6-IV	660				-	670	-	1800	7560	22,6		
ПН-670-2,5-0,1	681	2,5	0,1	310	-	576	-	1800	6970	20,8		
ПН-580-2,5-0,7	805	2,5	0,69	310	-	628	50	1800	7625	23,0		
ПН-680-2,5-0,7	822	2,5	0,69	310	-	543,5	61,99	1800	7160	22,0		
ПН-720-2,75-0,883-IIIж	783,75	2,75	0,883	350	-	-	-	-	-	-		





### Охладители воды

Охладитель воды ОВ-700-1 предназначен для охлаждения воды в замкнутом контуре водяного охлаждения статора турбогенератора турбоустановок

К-800-240, К-800-130/3000. Охладитель воды изготавливается по ТУ 108.1296-88. Номинальная производительность ОВ-700-1 составляет 1700 т/ч.

Тип оборудования	Производительность, т/ч	Давление пара, МПа	Габаритные размеры, мм		Масса аппарата, т
			Диаметр	Длина	
ОВ-700-1	1700	2,5	1524	7445	19,59

### Подогреватели сетевой воды (ПСВ)

Подогреватели сетевой воды предназначены для подогрева сетевой воды греющим паром из отбора турбины или паром котлов в системах теплоснабжения.

Подогреватель сетевой воды представляет собой вертикальный кожухотрубчатый аппарат с плавающей головкой. Основными частями подогревателя являются корпус, трубная система, верхняя и нижняя водяные камеры. Отличительной особенностью ПСВ конструкции ТКЗ является то, что камера сетевой воды выполнена без анкерных связей с утолщенной трубной решеткой. Это решение упрощает разборку и сборку подогревателей при периоди-

ческих очистках теплообменных труб от отложений. Утолщенная трубная решетка имеет большую жесткость, что исключает возможность перетечек сетевой воды между перегородками камеры и трубной решеткой.

Подогреватели сетевой воды изготавливаются в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032-2013.

Подогреватели сетевой воды изготавливаются с поверхностью теплообмена от 45 (ПСВ-45-7-15) до 500 м<sup>2</sup> (ПСВ-500-14-23). Масса единицы оборудования – до 16,5 т.

### Испарители поверхностного типа и паропреобразователи

Испарители и паропреобразователи, «Красный котельщик» производит с 1970-х годов. За это время накоптан большой опыт в проектировании (совместно с ВНИИМ) и изготовлении этого оборудования. Конструкция испарителя постоянно совершенствовалась и модернизировалась.

Производительность по вторичному пару – от 6 (испаритель И-120-0,6-1) до 100 т/ч (паропреобразователь ВИФР 065131.007СБ). Испарители изготавливаются в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032-2013.



Тип подогревателя	Номинальный массовый расход, т/ч	Давление расчетное избыточное, МПа		Максимальная температура пара, °С	Температура воды, °С		Площадь поверхности теплообмена, м²	Габаритные размеры, мм		Масса аппарата, т (допуск ±5%)
		пара	воды		на входе	на выходе, не более		Высота	Диаметр (наружный)	
ПСВ-45-7-15 (нержавеющая труба Ø 19×1)	90	0,69	1,47	400	70	150	45	4960	720	2,1
ПСВ-90-7-15 (нержавеющая труба Ø 19×1)	175	0,69	1,47	400	70	150	90	5470	1032	4,5
ПСВ-200-7-15 (нержавеющая труба Ø 19×1)	400	0,69	1,47	400	70	150	200	5770	1220	7,4
ПСВ-200-7-15 (латунная труба Ø 19×1)										
ПСВ-500-3-23 (латунная труба Ø 19×1)	1300	0,29	2,26	400	70	130	500	7725	1632	15,5
ПСВ-500-14-23 (латунная труба Ø 19×1)	1500	1,37	2,26		110	180			1640	16,5

Обозначение испарителя	Поверхность теплообмена по внутреннему диаметру, м <sup>2</sup>	Максимальное рабочее давление абсолютное, МПа		Номинальное давление абсолютное, МПа		Производительность по вторичному пару, т/ч, не более		Конструктивные размеры, мм		Масса сухая, кг, не более
		в трубной системе	в корпусе	в трубной системе	в корпусе	по вторичному пару, т/ч, не более	Высота	Диаметр корпуса		
И-120-0,6-I		0,59	0,59	0,20-0,40	0,12-0,25	6,0				
И-120-0,6-III	120			0,27-0,59	0,12-0,27	9,0-12,6		10000	2050	16000
И-120-1,6-II		1,57	1,57	0,50-1,57	0,27-0,63	9,0-18,0				
И-250-0,6-I		0,59	0,59	0,31-0,59	0,25-0,43	11,0				
И-250-0,6-II	250			0,20-0,59	0,12-0,36	12,0-18,0		11000	2850	30000
И-250-1,6-II		1,57	1,57	0,59-1,57	0,36-0,82	18,0-27,0				
И-350-0,6-I		0,59	0,59	0,35-0,59	0,25-0,42	18,0		11500	2850	30000
И-350-0,6-II	350			0,18-0,35	0,12-0,25	18,0				
И-600-0,6-I		0,59	0,59	0,35-0,59	0,25-0,48	18,0				
И-600-0,6-II	600			0,16-0,58	0,12-0,40	18,0-32,0		13000	2850	45000
И-600-1,6-II		1,57	1,57	0,58-1,57	0,40-0,98	32,0-48,0				
И-1000-0,6-I		0,59	0,59	0,34-0,59	0,25-0,42	43,0-50,0				
И-1000-0,6-II	1000			0,18-0,59	0,12-0,40	35,0-59,0		13000	3450	63000
И-1000-1,6-II		1,57	1,57	0,59-1,57	0,40-0,98	59,0-84,0				

Тип оборудования	Производительность по вторичному пару, т/ч, не более	Максимальное рабочее давление абсолютное, МПа		Номинальное абсолютное давление, МПа		Поверхность теплообмена по внутреннему диаметру, м <sup>2</sup>	Габаритные размеры, мм		Масса сухая, т, не более
		в трубной системе	в корпусе	в трубной системе	в корпусе		Высота испарителя	Диаметр корпуса	
Паропреобразователь	до 100	1,96	1,61	-	-	2740	13500	3406	113,22



## Теплообменники водоводяные и подогреватели пароводяные

Водоводяные теплообменники предназначены для нагрева химически очищенной воды за счет использования тепла продувочной воды котлов тепловых электростанций и котельных.

Подогреватели пароводяные предназначены для нагрева химически очищенной воды за счет использования тепла греющего пара на тепловых электростанциях и котельных.

Теплообменники и подогреватели могут также использоваться для нагрева воды на теплоразборных пунктах (отопление помещений, нагрев воды в бассейнах, душевых и т. п.).

Теплообменники производительностью 80–240 и 400 т/ч, подогреватели производительностью 50, 100, 200 и 400 т/ч изготавливаются в соответствии с требованиями СТО ЦКТИ 10.004-2007 «Сосуды энергомашиностроения. Общие технические требования к изготовлению».

Теплообменники водоводяные изготавливаются в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 010-2011, подогреватели пароводяные – в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032-2013.

Наименование параметра	Тип водоводяного теплообменника	
	Q=80–240 т/ч	Q=400 т/ч
Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	21	31,2
Максимальное давление, МПа: – греющей воды – нагреваемой воды	0,7 0,7	
Максимальная температура греющей воды, °С	160	
Диаметр теплообменных труб, мм	16×1	
Количество теплообменных труб	322	
Количество ходов: – по греющей воде – по нагреваемой воде	4 4	
Диаметр корпуса, мм	478	
Длина теплообменника, мм	2065	2665
Масса сухая, кг	640	784

Наименование параметра	Тип пароводяного подогревателя			
	Q=50 т/ч	Q=100 т/ч	Q=200 т/ч	Q=400 т/ч
Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	8,4	15,6	31,2	68
Максимальное давление, МПа: – пара – воды	0,7 0,7			
Максимальная температура пара, °С	180			
Диаметр теплообменных труб, мм	16×1			
Количество теплообменных труб	86	330	322	584
Количество ходов: – по пару – по воде	2 2	4	2	2
Диаметр корпуса, мм	273	478	478	630
Длина подогревателя, мм	2403	1665	2705	3180
Масса сухая, кг	330	560	794	1400



## Деаэраторы термические

### Деаэраторы вакуумные

Деаэратор вакуумный ДВ-1,5 предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из подпиточной

воды отопительного и водогрейного оборудования мощностью от 1 до 5 МВт и расходом подпиточной воды до 1,5 т/ч.

Технические характеристики ДВ	
Наименование параметра	Значение
Производительность, т/ч	1,5
Рабочее давление в деаэраторе (абсолютное), МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,026–0,03 (0,26–0,3)
Концентрация кислорода, мкг/кг, не более:	
– на входе в деаэратор	12000
– на выходе из деаэратора	50
Полезная емкость деаэраторного бака, м <sup>3</sup> , не менее	0,7

### Деаэраторы атмосферного давления

Деаэраторы атмосферные состоят из деаэрационных колонок и деаэраторных баков, комплектуются предохранительными устройствами, охладителями выпара и комплектом арматуры.

Деаэратор атмосферный предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из подпиточной воды паровых котлов ТЭЦ и котельных отопительных и горячего водоснабжения.

Наименование показателя	Значения для деаэраторов				
	ДА-50/15	ДА-100/25	ДА-200/50	ДА-300/75	ДА-600/100
Номинальная производительность деаэратора, т/ч	50	100	200	300	600 (300×2)
Давление рабочее (абсолютное), МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)
Температура деаэрированной воды, °С	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25
Концентрация кислорода, мкг/кг, не более:					
– в химочищенной воде на входе в деаэратор	13000	13000	13000	13000	13000
– в деаэрированной воде на выходе из деаэратора	20	20	20	20	20
Нагрев воды в деаэраторе при номинальной производительности, °С	10–50	10–50	10–64	10–64	10–64
Диапазон изменения производительности деаэратора, %	30–120	30–120	30–120	30–120	30–120
Полезная вместимость деаэраторного бака (расчетная), м <sup>3</sup>	15	25	50	75	100
Поверхность нагрева комплектовющего охладителя выпара (расчетная), м <sup>2</sup>	2	8	16	24	24×2



## Деаэраторы повышенного давления

Деаэратор повышенного давления предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из питательной воды парогенераторов тепловых

станций. Деаэратор изготавливается в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032-2013.

Наименование показателя	Типы деаэраторов			
	ДП-225/65 ДП-225/70	ДП-500/65 ДП-500/70 ДП-500/100 ДП-500/120	ДП-1000/65 ДП-1000/70 ДП-1000/100	ДП-2000/150
Номинальная производительность, т/ч	225	500	1000	2000
Рабочее давление, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,5 (5,0)	0,5 (5,0); 0,6 (6,0)	0,6 (6,0)	0,6 (6,0)
Рабочая температура, °С	158	158; 164	164	164
Давление при работе предохранительных устройств, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,625 (6,25)	0,75 (7,5)	0,75 (7,5)	0,725 (7,25)
Пробное гидравлическое давление, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,9 (9,0)	1,0 (10,0)	1,0 (10,0)	0,85 (8,5)
Максимально допустимая температура стенок сосуда, °С	166	172	172	172
Содержание растворенного кислорода в исходной воде на входе в деаэратор, мг/кг, не более	1,0	1,0	1,0	1,0
Содержание растворенного кислорода в деаэрированной воде на выходе из деаэратора, мкг/кг, не более	10	10	10	1,0
Номинальный удельный расход выпара, кг/ч	1,5	1,5	1,5	1,5
Диапазон изменения производительности, в пределах которого обеспечивается устойчивая деаэрация воды, %	30–120	30–100	30–100	30–100

## Охладители выпара

Охладитель выпара поверхностного типа состоит из корпуса и размещенной в нем трубой системы. Химически очищенная

вода проходит внутри трубок и направляется в деаэрационную колонку.

Наименование	ОВА-2	ОВА-8	ОВА-16	ОВА-24	ОВП-18
Объем геометрический, м <sup>3</sup>	0,065	0,09	0,16	0,25	0,35
Температура рабочей среды, °С	104 (на выходе)	104 (на выходе)	104	104 (на выходе)	164
Давление рабочее, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,6 (6,0)
Масса, кг	177,1	279,8	456	645	1067

# СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ

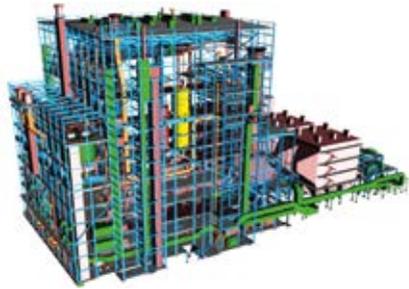
Информация представлена в разделе «Системы возбуждения и автоматики», стр. 337.

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

Информация представлена в разделе «Электросетевой комплекс», стр. 327.

## НОВЫЕ ПРОДУКТЫ

**Котел ЦКС Пп-1000-24,5-565  
к энергоблоку 330 МВт  
Новочеркасской ГРЭС**



### Технические характеристики котла с ЦКС (циркулирующим кипящим слоем)

**Параметры пара высокого давления:**

- Паропроизводительность – 1000 т/ч.
- Температура перегрева пара – 565 °С.
- Давление пара – 24,5 МПа.

**Параметры пара промежуточного перегрева:**

- Паропроизводительность – 850 т/ч.
- Температура перегрева пара – 565 °С.
- Давление пара – 2,8 МПа.

**Топливо:**

- антрацит– $Q_N=4990$  ккал/кг,  $V=3,9$   $W=9,0\%$ ,  $A=26\%$ ,  $C=61,1\%$ ;
- каменный уголь –  $Q_N=5988$  ккал/кг,  $V=8,93$   $W=7,0\%$ ,  $A=26\%$ ,  $C=65,4\%$ ;
- шлам –  $Q_N=1894$  ккал/кг,  $V=2,86\%$ ,  $W=37,0\%$ ,  $A=26\%$ ,  $C=25,49\%$ .

**КПД котла (брутто) – 91,0%**

**Массовая концентрация NO<sub>x</sub> –**  
**< 300 г/нм<sup>3</sup> (O<sub>2</sub>=6%)**

**Массовая концентрация SO<sup>2</sup> –**  
**< 300 г/нм<sup>3</sup> (O<sub>2</sub>=6%)**

### Основные преимущества технологии ЦКС

- Позволяет сжигать с высокой экономичностью широкую гамму твердого топлива с низкими требованиями к качеству топлива.
- Высокий КПД котла.
- Предполагает компактные размеры котельной установки, снижение

стоимости строительства за счет исключения систем серо- и азотоочистки.

- Технология ЦКС позволяет сжигать не только угли, но и нефтяной кокс, торф, сланцы, различные виды биомассы.

# ГИДРОЭНЕРГЕТИКА





# ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Уникальный опыт и инновационные разработки позволяют «Силовым машинам» выпускать оборудование мирового уровня и предлагать прогрессивные технические решения, разработанные для каждого заказчика индивидуально. Многолетний опыт создания гидрооборудования позволил нашей компании стать лидером в этой области.

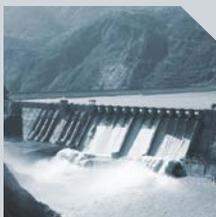
**Более 90 лет опыта в проектировании и производстве** энергооборудования для гидроэлектростанций.

**Изготовлено свыше 860 гидравлических турбин и 650 гидрогенераторов** суммарной мощностью свыше 80 ГВт.

**Более 70% российских гидроэлектростанций** используют оборудование «Силовых машин».

Проектирование и производство энергооборудования **различных модификаций и мощностей**, а также систем автоматики на основе самых прогрессивных технологий.

**Комплексное сервисное обслуживание** и решения по модернизации.





# ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Обладая обширным опытом решения сложных конструкторских и исследовательских задач разработки и создания различных типов гидрооборудования, «Силловые машины» предлагают индивидуальные решения для гидроэлектростанций.

- **95 лет опыта** в проектировании и производстве энергетического оборудования для гидроэлектростанций.
- Выпущено более 850 гидротурбин, 86 затворов, 650 гидрогенераторов, около 2000 регуляторов к гидротурбинам.
- **Свыше 70%** российских ГЭС оснащены оборудованием «Силловых машин».
- **Проектирование и производство** основного оборудования гидроагрегатов ГЭС и систем автоматического управления ими.
- **Комплексное сервисное обслуживание** и решения по модернизации.

## Продукция для гидроэнергетики:

- гидравлические турбины различных типов, включая насос-турбины;
- гидрогенераторы вертикальные зонтичного, полужонтичного и подвесного типов; капсульные;
- предтурбинные затворы;
- регуляторы электрогидравлические;
- маслонапорные установки (МНУ);
- системы автоматики гидроагрегата и АСУ ТП ГЭС;
- системы возбуждения.



# ГИДРОТУРБИНЫ

## Общие характеристики и основные преимущества

Производство гидравлических турбин в «Силовых машинах» сосредоточено на Ленинградском Металлическом заводе (ЛМЗ), который имеет почти вековой опыт производства гидротурбин. Первая российская гидравлическая турбина была изготовлена на ЛМЗ в 1924 году.

### Проектирование

Проектирование гидротурбин, затворов, гидромеханического оборудования регуляторов и МНУ гидротурбин и затворов осуществляется в специальном конструкторском бюро «Силовых машин» – СКБ «Гидротурбомаш», которое было создано более 95 лет назад, а лаборатория водяных турбин вступила в строй 90 лет назад. Проектирование гидротурбинного оборудования проводится на основе собственных разработок СКБ «Гидротурбомаш».

На этапе проектирования рабочих колес и проточной части гидротурбин широко применяются методы гидродинамического анализа трехмерного потока (CFD) во всех элементах прочной части (в подводящих элементах, рабочем колесе и отсасывающей трубе).

Эти исследования позволяют:

- уменьшить гидравлические потери в элементах прочной части (рабочем колесе, отсасывающей трубе и т. д.) путем формирования оптимальной формы;
- улучшить кавитационные характеристики гидротурбины для увеличения максимального значения мощности при том же заглублении гидротурбины под уровень нижнего бьефа;
- уменьшить нестационарное воздействие потока на детали и узлы гидротурбины путем оптимизации рабочего колеса и установки стабилизирующих устройств.

Спроектированное таким образом гидротурбинное оборудование обладает оптимальными энергетическими, кавитационными и вибрационными характеристиками и позволяет, в конечном итоге, улучшить технико-экономические показатели ГЭС.

### Исследования и испытания

Для подтверждения правильности принятых технических решений в лаборатории водяных турбин проводятся испытания моделей гидротурбин. В ходе испытаний оценивают энергетические (КПД), кавитационные, прочностные и вибрационные характеристики гидротурбин.

Для подтверждения гарантируемых параметров и контрактных обязательств в лаборатории водяных турбин проводятся приемо-сдаточные испытания моделей проточных частей в присутствии заказчика. Испытания проводят в соответствии с требованиями международных стандартов МЭК 60193 (IEC) и требованиями заказчика.



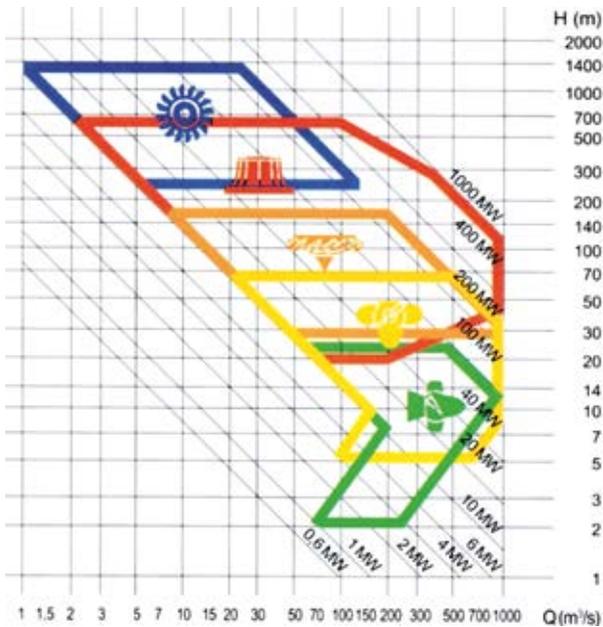
Выполнение контрактных обязательств, надежность и эффективность технических решений проверяются в натуральных условиях на действующем гидротурбинном оборудовании специалистами лаборатории водяных турбин и независимых специализированных организаций.

## Преимущества

Каждый этап изготовления проходит при неукоснительном соблюдении технологии производства. Все эти мероприятия и индивидуальный подход к каждому проекту обеспечивают:

- надежную работу оборудования на проектный срок службы не менее 40 лет;
- высокие энергетические, кавитационные и прочностные характеристики;
- расширение диапазона работы по мощности;
- безопасность оборудования для окружающей среды;
- надежность оборудования в эксплуатации;
- снижение эксплуатационных затрат.

## Область применения гидравлических турбин



Расход, м³/с



## Особенности конструкции современных гидротурбин

Наличие методов и инструментов 3D анализа позволяет оптимизировать форму элементов проточных частей и лопастных систем, повышая эффективность и кавитационную устойчивость турбин.

Появление новых методов 3D прочностных расчетов и проектирования позволяет оптимизировать конструкцию и массу основных узлов гидротурбины, упростить технологию их изготовления.

Появление новых нержавеющих антикавитационных материалов и технологий нанесения защитных покрытий позволяет их использовать для изготовления элементов проточной части гидротурбин,

повысить их надежность (антиабразивные и антикоррозионные спецпокрытия).

Развитие рынка антифрикционных материалов позволяет применять в узлах трения направляющего аппарата и поворотного лопастного рабочего колеса подшипники, не требующие смазки, увеличивая надежность и экологичность оборудования, а также применять новые материалы для направляющих подшипников и уплотнений валов на различные условия смазки.

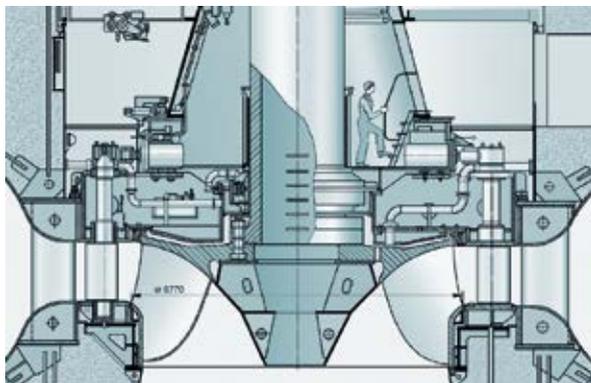
Развитие химической промышленности, создание новых материалов и на их основе уплотнительных элементов позволяет применять в гидротурбинах более надежные и долговечные уплотнения.



## Типы гидротурбин и области их применения

### Вертикальные радиально-осевые гидротурбины (Francis)

Диапазон напоров: от 15 до 600 м.  
 Мощность: от 1 до 1000 МВт.  
 Диаметр рабочего колеса: от 1 до 9 м.



#### Особенности:

- Компоновка турбины с опорой подпятника на крышку гидротурбины позволяет обеспечить сравнительно меньшие затраты на строительство здания ГЭС.
- Простота конструкции рабочего колеса и крышки турбины, а также гидротурбины в целом позволяет обеспечить относительно меньшую удельную массу оборудования и меньшие затраты на изготовление и монтаж.
- Компоновка направляющего подшипника и крышки турбины позволяет более акцентировано передавать радиальные усилия на жесткие элементы конструкции.
- Компоновка гидротурбины позволяет обеспечить сравнительно легкую доступность для осмотра и ремонта узлов и механизмов.
- Для гидротурбин с диаметром рабочего колеса менее 4 м может быть предложена компоновка с выемом рабочего колеса вниз через конус отсасывающей трубы без разборки направляющего аппарата.
- Относительно меньшая зона эксплуатации по напору и мощности, по сравнению с поворотно-лопастными гидротурбинами.

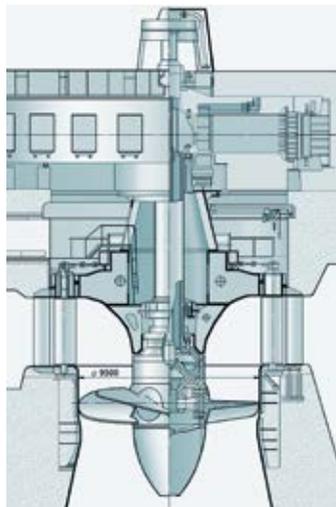


## Вертикальные поворотные-лопастные гидротурбины (Карпан)

Диапазон напоров: от 8 до 80 м.

Мощность: от 1 до 300 МВт.

Диаметр рабочего колеса: от 1 до 10,3 м.



### Особенности:

- Двойное регулирование расхода обеспечивается за счет наличия механизма поворота лопастей в рабочем колесе. Работа в комбинаторе позволяет эффективно эксплуатировать гидротурбину без ограничений в широком диапазоне по напору и мощности.
- Крышка турбины разделена с верхним кольцом направляющего аппарата, что позволяет производить крупноблочный монтаж и демонтаж рабочего колеса без разборки направляющего аппарата.
- Отсутствие необходимости в разгрузке осевого гидравлического усилия.
- Использование в механизме поворота рабочего колеса подшипников, не требующих смазки, позволяет отказаться от заполнения маслом корпуса рабочего колеса в зоне разворота лопастей. Уплотнения лопастей рабочего колеса заменяются без разборки гидротурбины при осушенной проточной части гидротурбины.
- Широкий диапазон работы поворотной-лопастной гидротурбины по напорам и мощности.

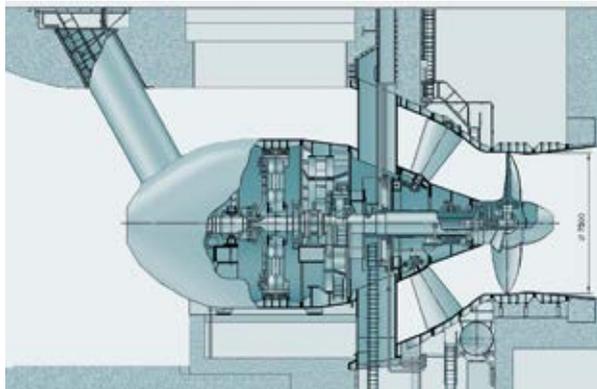


## Горизонтальные капсульные гидротурбины (Bulb)

Диапазон напоров: до 25 м.

Мощность: от 1 до 70 МВт.

Диаметр рабочего колеса: от 4 до 7,5 м.



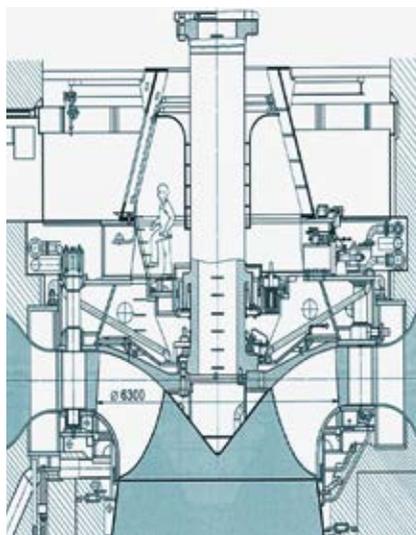
### Особенности:

- Горизонтальная компоновка агрегата позволяет использовать его при сравнительно небольших напорах и получить экономию на строительных затратах, по сравнению с вертикальной поворотно-лопастной гидротурбиной.
- Практически все узлы гидротурбины и генератора размещены в закрытой капсуле.
- Горизонтально-капсульные турбины относительно сложнее в изготовлении, монтаже и обслуживании, по сравнению с вертикальными турбинами.
- Широкий диапазон работы по напорам и мощности.



## Насос-турбины (Pump-turbine)

Диапазон напоров: до 800 м.  
Мощность: до 500 МВт.  
Диаметр рабочего колеса: от 3 до 8 м,  
в том числе с изменяемой частотой  
вращения в насосном и турбинном  
режимах.



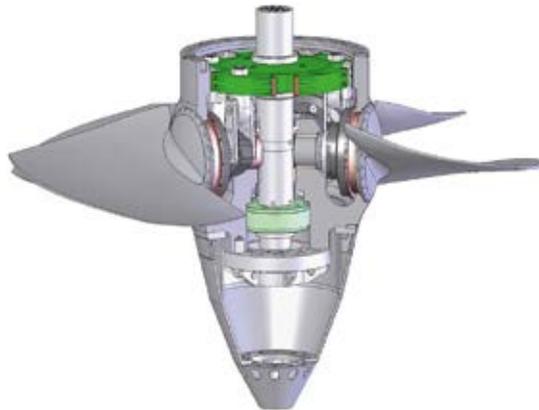
### Особенности:

- Возможность работы как в турбинном, так и в насосном режиме за счет применения специальной лопастной системы и профиля лопаток направляющего аппарата.
- Остальные особенности конструкции и компоновки – как у вертикальной радиально-осевой гидротурбины.



## Для гидравлических турбин «Силовые машины» разработали и внедрили:

Реализованное усовершенствование	Результат
Новые стали для элементов проточной части рабочих колес и направляющих аппаратов	Увеличение кавитационной и эрозионной стойкости рабочих колес в соответствии с международными стандартами
Новые антифрикционные бесшмазочные материалы для втулок подшипников направляющего аппарата, сервомоторов	Увеличение надежности и срока службы подшипников
Новые антифрикционные бесшмазочные материалы для втулок подшипников поворотного-лопастного рабочего колеса, исключающая протечки масла из корпуса рабочего колеса в реку	Создана конструкция поворотного-лопастного рабочего колеса, исключающая протечки масла из корпуса рабочего колеса в реку
Новые антифрикционные материалы для направляющих подшипников гидротурбин	Увеличение надежности направляющих подшипников и уменьшение потерь от трения
Новые материалы для уплотнений лопаток направляющего аппарата, уплотнений вала, лопастей рабочих колес	Увеличение надежности уплотнений
Разработаны современные системы диагностики состояния гидротурбинного оборудования, в том числе и система вибродиагностики состояния гидроагрегата	Предотвращение возникновения аварийных ситуаций
Разработаны конструкции поворотного-лопастного рабочего колеса и маслоприемников на давление в системе регулирования гидротурбин до 15 МПа	Уменьшение: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ объема масла в маслонапорной установке (МНУ);</li> <li>▪ габаритов и веса деталей сервомотора рабочего колеса, штанг и маслоприемника</li> </ul>
Разработаны системы автоматического управления гидротурбиной на давление до 15 МПа	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ уменьшение весов и габаритов регуляторов и МНУ;</li> <li>▪ в регуляторе применяются типовые гидрораспределители и золотники;</li> <li>▪ упрощается обслуживание оборудования;</li> <li>▪ отпадает необходимость установки на ГЭС компрессоров и ресиверов на высокое давление воздуха для подкачки воздуха в гидроаккумуляторы МНУ</li> </ul>



Экологически чистое рабочее колесо поворотного-лопастной гидротурбины



## ЗАТВОРЫ

Затворы устанавливаются на напорном трубопроводе перед спиральной камерой турбины и выполняют функции оперативного, аварийного и ремонтного запорного органа.

В настоящее время проектируются и изготавливаются затворы двух типов:

- дисковые затворы диаметром 1–7 м на напор до 230 м;
- шаровые затворы диаметром 1–3,5 м на напор до 800 м.



В состав оборудования предтурбинного затвора входят:

- закладные элементы затвора;
- комплект монтажных приспособлений;
- предтурбинный затвор с оборудованием (затвор, патрубок входной, патрубок выходной с компенсатором, байпас, клапан байпаса, клапан воздушный, сервомоторы и другое вспомогательное оборудование);
- комплект запасных частей.

В состав САУ затвора входит панель управления затвором и МНУ затвора. Для небольших гидротурбин для управления предтурбинным затвором используется МНУ гидротурбины.

Электрогидравлическая система управления затвором автоматически осуществляет операции по открытию и закрытию затвора при нормальной эксплуатации и закрытию в аварийных ситуациях.

Питание системы управления и исполнительных механизмов маслом производится от автономной или общей для гидротурбины и затвора МНУ.

По желанию заказчика могут быть спроектированы и поставлены кольцевые затворы, существенно уменьшающие габариты блока гидроагрегата.



# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТАМИ

## Регуляторы скорости гидротурбин

Регуляторное оборудование «Силовых машин» работает в странах Европы, Азии, Америки и Африки. Современные регуляторы и МНУ оснащаются микропроцессорными панелями управления.

Электрогидравлические регуляторы предназначены для регулирования частоты вращения и активной мощности гидроагрегата. Регулятор обеспечивает следующие режимы работы:

- на холостом ходу;
- на изолированную нагрузку;
- на мощную энергосистему с обратной связью по открытию или по мощности;
- в режиме синхронного компенсатора;
- в групповом режиме от центрального задатчика мощности;
- в режиме водотока.

Выпускаются регуляторы для всех типов гидротурбин: радиально-осевых, поворотно-лопастных, ковшовых, а также насос-турбин.

«Силовые машины» не только поставляют новые регуляторы, но и производят замену и модернизацию регуляторов. Все регуляторы проходят функциональные испытания на стенде завода.





# ГИДРОГЕНЕРАТОРЫ

## Общие характеристики и основные преимущества

Производство гидрогенераторов в «Силовых машинах» сосредоточено на заводе «Электросила». Первый российский гидрогенератор был изготовлен в 1924 году. К настоящему времени изготовлено более 650 гидрогенераторов, общая мощность которых превышает 65,5 ГВт.

### Номенклатура гидрогенераторов:

- частота вращения от 50 до 750 об/мин;
- число полюсов – от 108 до 8, соответственно;
- диапазон мощностей – от 4 до 1000 МВт.

**Кoeffициент готовности наших гидрогенераторов составляет 0,996.**

**Наработка на отказ – 27 000 часов.**

**Срок службы – 40 лет.**

### Комплектно с гидрогенераторами поставляются:

- аппаратура для автоматического регулирования и управления возбуждением;
- системы охлаждения и возбуждения;
- аппаратура гашения поля.

«Силовым машинам» принадлежит первенство в создании ряда принципиально новых направлений в конструкциях гидрогенераторов:

- системы форсированного воздушного охлаждения с поперечными каналами в витках обмотки ротора, равной по эффективности системе водяного охлаждения;
- непосредственного водяного охлаждения сердечников полюсов;
- статоров с предварительно напряженным состоянием сердечников, отличающихся высокой виброустойчивостью,
- стабильными размерами и отсутствием остаточных деформаций пакетов сердечников и их распрессовки;
- упругих уплотнений стержней обмоток статоров в пазах, исключаящих пазовые разряды;
- специальной конструкции торцевых зон статоров и роторов, уменьшающих ограничения при работе в режимах недовозбуждения.

Являясь поставщиком оборудования для мощных ГЭС с крупными гидрогенераторами, «Силовые машины» одновременно выпускают машины мощностью до 30 МВт, используя в конструкциях малых мощностей свой позитивный опыт, а также новые подходы и современные решения.

Основные принципы, заложенные в класс гидрогенераторов небольших мощностей:

- обеспечение автономности генератора;
- максимальная простота конструкции;
- высокий уровень монтажной готовности.



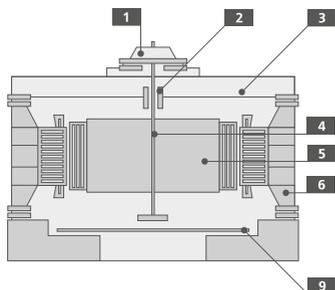
## Типы гидрогенераторов и области их применения

### Вертикальные гидрогенераторы

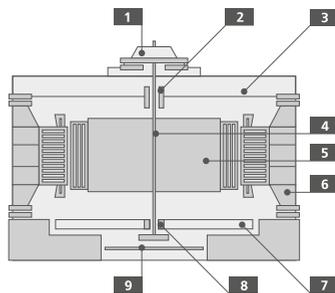
Типы	Особенность	
Зонтичный	подпятник и направляющий подшипник расположены ниже ротора	
Полузонтный	подпятник расположен ниже ротора, а направляющий подшипник – выше ротора	
Подвесной	подпятник расположен выше ротора	



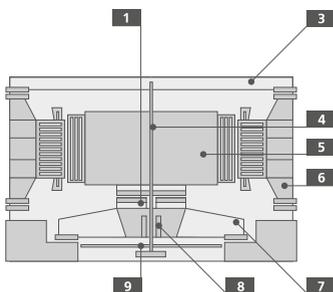
## Схема типов вертикальных гидрогенераторов



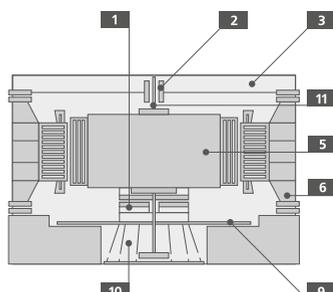
Гидрогенератор подвешного типа с одним направляющим подшипником



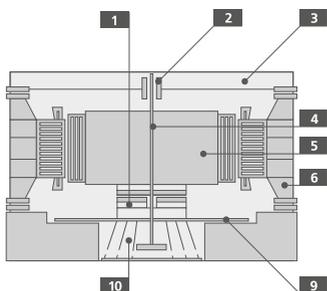
Гидрогенератор подвешного типа с двумя направляющими подшипниками



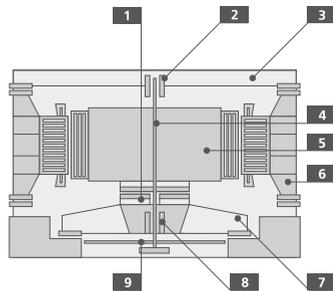
Гидрогенератор зонтичного типа с одним направляющим подшипником



Гидрогенератор полужонтичного типа с безвальневой конструкцией ротора



Гидрогенератор полужонтичного типа с подпятником на верхней крышке турбины



Гидрогенератор полужонтичного типа с двумя направляющими подшипниками

- 1 Подпятник
- 2 Верхний направляющий подшипник
- 3 Верхняя крестовина
- 4 Вал ротора
- 5 Ротор
- 6 Статор

- 7 Нижняя крестовина
- 8 Нижний направляющий подшипник
- 9 Перекрытие шахты
- 10 Крепление подпятника
- 11 Вал-надставка



В гидрогенераторах зонтичного и полузонтичного типов нагрузка, воспринимаемая подпятником, передается через нижнюю крестовину или крышку турбины и далее на фундамент. В гидрогенераторах подвешного типа нагрузка передается через верхнюю крестовину, корпус статора и затем – на фундамент.

Зонтичное и полузонтичное исполнения используются для низкоскоростных гидрогенераторов, особенно для гидрогенераторов больших мощностей.

Гидрогенераторы полузонтичного типа могут иметь один направляющий подшипник в нижней крестовине или два направляющих подшипника, один из которых расположен в верхней крестовине, а другой, соответственно, – в нижней.

Полузонтичное исполнение может иметь безвальную конструкцию ротора. В этом варианте вал турбины прикреплен к нижней части остова ротора, а вал-надставка – к верхней ее части.

Гидроагрегаты с генератором такой конструкции имеют два подшипника, нижний – на валу турбины, верхний – на валу-надставке.

Подвешное исполнение применяется в основном для высоко- и среднескоростных гидрогенераторов. Гидрогенераторы этих типов выполняются с одним направляющим подшипником, расположенным в верхней крестовине, или с двумя направляющими подшипниками, один из которых расположен в верхней крестовине, другой – в нижней.

### Горизонтальные капсульные гидрогенераторы

Капсульные гидрогенераторы с горизонтальным исполнением вала – герметичные электрические машины, предназначенные для установки в водном потоке. Отличаются многообразием конструктивного исполнения и систем охлаждения.

Генераторы используются в основном на низконапорных и приливных гидроэлектростанциях. Характеризуются повышенной надежностью работы и долговечностью. Мощность – до 54 МВт.



Капсульные гидрогенераторы поставляются либо с непосредственным водяным охлаждением обмоток статора, ротора и сердечников полюсов, либо с косвенным принудительным охлаждением воздухом атмосферного давления.

Гидрогенераторы выполняются с подпятником и контрподпятником, расположенным со стороны верхнего бьефа (эквивалент подвешного типа вертикальных генераторов) или между собственно генератором и турбиной (эквивалент зонтичного или полузонтичного исполнений).



## Подпятники с фторопластовым покрытием

Гидрогенераторы, изготовленные «Силовыми машинами», оснащены надежными подпятниками.

Отличительной особенностью конструкции такого подпятника является применение антифрикционного слоя на основе фторопластовой композиции с использованием металлизированной пружинящей прокладки для облицовки сегментов подпятников.



Преимущества:

- повышенная надежность и долговечность;
- допускают повышение удельного давления до  $100 \text{ кг/см}^2$ ;
- не требуют принудительной подачи масла на плоскость трения;
- позволяют снизить потери на трение и размеры масляной ванны;
- не имеют ограничений по режиму работы, включая пуски и остановки;
- не требуют шабровки поверхности в процессе монтажа и эксплуатации.
- допускают ползучую скорость, выбеги без торможений;

## СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ

Информация представлена в разделе «Системы возбуждения и автоматики», стр. 337.

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

Информация представлена в разделе «Электросетевой комплекс», стр. 327.

# АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА





# АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Многолетний опыт, собственные производственные и конструкторские разработки, постоянное совершенствование технологии и бизнес-процессов позволяют компании создавать уникальные и надежные решения для самого наукоёмкого – атомного сектора энергетики.

**Более 50 лет опыта в проектировании и производстве** энергооборудования для атомных электростанций.

Оборудованием «Силловых машин» оснащено **27 атомных энергоблоков в мире**.

Единственная российская компания, **обеспечивающая комплектную поставку** основного тепломеханического оборудования турбинного острова для АЭС.

**Лидер среди мировых производителей** быстроходных турбин мощностью 800, 1000 и 1200 МВт.

**Инновационная разработка компании** – тихоходная паровая турбина и турбогенератор мощностью 1200 МВт.





## АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

---

«Силовые машины» – единственная российская компания, которая обеспечивает комплектную поставку основного тепло-механического оборудования отечественного производства турбинного острова для АЭС и является лидером среди мировых производителей быстроходных турбин мощностью 800, 1000 и 1200 МВт для энергоблоков АЭС.

Ключевые преимущества оборудования: высокие эксплуатационные характеристики, стабильная устойчивая работа и соответствие строгим требованиям надежности.

«Силовые машины» производят оборудование для атомных электростанций как в быстроходном, так и в тихоходном исполнении мощностью до 1255 МВт с возможностью увеличения мощности до 1800 МВт.

**Для успешной реализации масштабного проекта по созданию тихоходных турбин большой мощности в 2012 году построен и введен в эксплуатацию современный высокотехнологичный производственный комплекс (Металлострой, Колпинский район Санкт-Петербурга), оснащенный современным оборудованием для работы с деталями предельных массогабаритных показателей.**

Компания постоянно совершенствует конструкции выпускаемого оборудования и расширяет линейку продукции для АЭС.



# ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

## Ленинградский Металлический завод

### Быстроходные паровые турбины

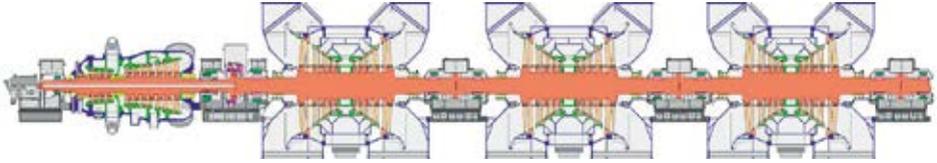
«Силовые машины» производят быстроходные турбины для АЭС мощностью до 1200 МВт. Высокий уровень надежности и экономичности турбин подтвержден более чем тридцатилетним опытом эксплуатации оборудования на объектах атомной энергетики. Впервые в атомной энергетике нами применена конструкция обновальной быстроходной турбины мощностью 1200 МВт.

**Турбины производства «Силовых машин» обладают рядом конструктивных особенностей, повышающих их надежность и долговечность:**

- Используются цельнокованные роторы высокого и низкого давления. Это повышает надежность работы турбины и снижает эксплуатационные затраты на дополнительный контроль.
- Двухпоточная конструкция цилиндров и способ их компоновки способствуют разгрузке упорного подшипника.
- Применена новая конструкция опорных подшипников с повышенной несущей способностью.
- Особая форма направляющих лопаток обеспечивает оптимальное распределение пара по высоте лопатки и повышение КПД цилиндров высокого и низкого давления.
- В проточной части цилиндров высокого и низкого давления применены сотовые надбандажные уплотнения. Это минимизирует протечки пара и повышает КПД.
- Использование нержавеющей стали в корпусных узлах цилиндра высокого давления позволяет предотвратить негативное воздействие влажного пара на ответственные узлы турбины и уменьшить затраты на ремонт.
- Для последней ступени цилиндра низкого давления нами создана новая рабочая лопатка. Титан, применяемый при ее изготовлении, обеспечивает исключительно высокие прочностные характеристики.
- Входные и выходные кромки титановых рабочих лопаток последних ступеней цилиндра низкого давления упрочнены методом ионной имплантации, благодаря чему увеличивается срок службы лопаток.
- Повышена жесткость фундаментов, корпусов и опор новых турбоагрегатов, что увеличивает их эксплуатационную надежность.



## Быстроходная паровая турбина К-800-130/3000



- Четырехцилиндровая турбина с промежуточным перегревом пара предназначена для работы на насыщенном паре в блоке с водоводяным реактором.
- Тепловой схемой предусмотрены два СПП, предназначенные для удаления влаги и перегрева пара, поступающего в ЦНД.
- Турбина имеет развитую систему отборов для регенеративного подогрева воды.
- Турбина сверх отбора пара на регенерацию допускает отбор пара на собственные нужды и теплофикационную установку.
- Турбина успешно эксплуатируется на Белоярской АЭС.

### Основные характеристики

Тип турбины	К-800-130/3000
Мощность номинальная/максимальная, МВт	800/890
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	12,8 485
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	5,72 375,7
Номинальный расход свежего пара, т/ч	3170
Длина рабочей лопатки последней ступени, мм	1200
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	10
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	95300
Гидравлическое сопротивление водяного тракта конденсатора, МПа	0,051



## Быстроходная паровая турбина К-1000-60/3000



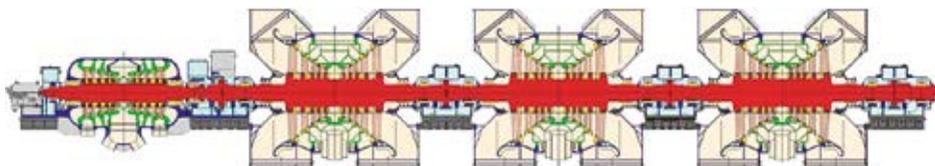
- Пятицилиндровая турбина с промежуточным перегревом пара предназначена для работы на насыщенном паре в блоке с водоводяным реактором.
- В состав турбоустановки входит сепаратор – пароперегреватель, в который поступает пар после ЦВД.
- Возможна работы турбины с дополнительными нерегулируемыми отборами пара на подогрев сетевой воды и собственные нужды электростанции.
- Турбины этого типа успешно эксплуатируются на Ровенской, Хмельницкой и Южно-Украинской АЭС с 1987 года; Калининской АЭС, блоки № 3 и № 4, с 2004 и 2011 годов, соответственно.

### Основные характеристики

Тип турбины	K-1000-60/3000
Номинальная мощность, МВт	1040
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	5,88 274,3 (0,5)
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	0,545 250
Номинальный расход свежего пара, т/ч	5870
Мощность теплофикационной установки, МВт	300
Длина рабочей лопатки последней ступени, мм	1200
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	170 000
Гидравлическое сопротивление водяного тракта конденсатора, МПа	0,073



## Быстроходная паровая турбина К-1000-60/3000-2

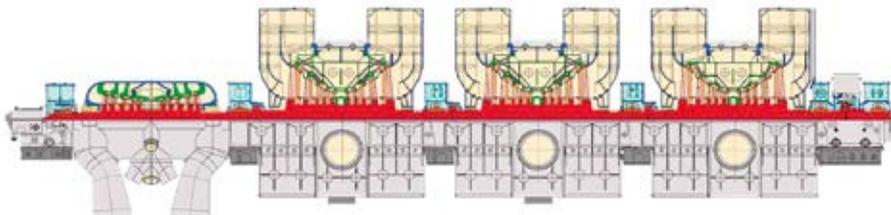


- Четырехцилиндровая турбина с промежуточным перегревом пара предназначена для работы на насыщенном паре в блоке с водоводяным реактором.
- Тепловой схемой предусмотрены четыре СПП, предназначенные для удаления влаги и перегрева пара, поступающего в ЦНД.
- Турбина имеет развитую систему отборов регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды.
- Турбина сверх отбора пара на регенерацию допускает отбор пара на собственные нужды.
- Турбина поставлена на АЭС «Куданкулам», Индия.

Основные характеристики	
Тип турбины	К-1000-60/3000-2
Номинальная мощность, МВт	995
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	5,88 274,3 (0,5)
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	0,70 255
Номинальный расход свежего пара, т/ч	5980
Длина рабочей лопатки последней ступени, мм	1200
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	31
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	235 000
Гидравлическое сопротивление водяного тракта конденсатора, МПа	0,043



## Быстроходная паровая турбина К-1000-60/3000-3



- Четырехцилиндровая турбина с промежуточным перегревом пара предназначена для работы на насыщенном паре в блоке с водоводяным реактором.
- Тепловой схемой предусмотрены два СПП, предназначенные для удаления влаги и перегрева пара, поступающего в ЦНД.
- Турбина имеет развитую систему отборов регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды.
- Турбина сверх отбора пара на регенерацию допускает отбор пара на собственные нужды.
- Турбина успешно эксплуатируется на АЭС «Бушер», Иран.

### Основные характеристики

Тип турбины	K-1000-60/3000-3
Номинальная мощность, МВт	1014
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	5,88 274,3 (0,5)
Параметры пара после промперегрева: – давление, МПа – температура, °С	0,705 240
Номинальный расход свежего пара, т/ч	5980
Длина рабочей лопатки последней ступени, мм	1200
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	28
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м <sup>3</sup> /ч	222 480
Гидравлическое сопротивление водяного тракта конденсатора, МПа	0,0392



## Быстроходная паровая турбина К-1200-6,8/50 (проект АЭС 2006)



- Пятицилиндровая турбина с промежуточным паровым перегревом пара предназначена для работы на насыщенном паре в блоке с водоводяным реактором.
- Тепловой схемой предусмотрены четыре СПП, предназначенные для удаления влаги и перегрева пара, поступающего в ЦНД.
- Турбина имеет развитую систему регенеративного подогрева воды.
- Турбина сверх отбора пара на регенерацию допускает отбор пара на собственные нужды и теплофикацию.
- Изготовлены четыре паровые турбины К-1200-6,8/50 для блоков Нововоронежской АЭС-2 и Ленинградской АЭС-2 в России и Белорусской АЭС.

### Основные характеристики

Тип турбины	К-1200-6,8/50
Конструктивная схема	2ЦНД+ЦВД+2ЦНД
Номинальная мощность, МВт	1200
Частота вращения, об/мин	3000
Длина рабочей лопатки последней ступени, мм	1200

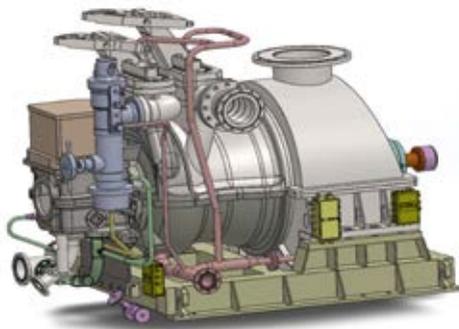


# ПРИВОДНЫЕ ТУРБИНЫ ДЛЯ ПРИВОДА ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ АЭС

Калужский турбинный завод

## Турбина приводная конденсационная К-12-1,0ПА

- Цилиндрические пружины под уплотнительными кольцами.
- Турбина на раме.
- Электрогидравлическое регулирование.
- Усовершенствованная конструкция парораспределения без перепускных труб.
- Усовершенствованная конструкция ВПУ.



### Основные характеристики

Тип турбины	К-12-1,0ПА-1
Номинальная мощность, МВт	11,6
Частота вращения, об/мин	3500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	0,97 248
Номинальный расход свежего пара, т/ч	67,3
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	22
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	4640
Гидравлическое сопротивление конденсатора, МПа	0,055



## Турбина приводная конденсационная К-10-0,5ПА-1

Основные характеристики	
Тип турбины	К-10-0,5ПА-1
Номинальная мощность, МВт	10,4
Частота вращения, об/мин	3400
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	0,46 250
Номинальный расход свежего пара, т/ч	69,5
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	4640
Гидравлическое сопротивление водяного тракта конденсатора, МПа	0,055

## Турбина приводная конденсационная К-8-0,65П

Основные характеристики	
Тип турбины	К-8-0,65П
Номинальная мощность, МВт	7,69
Частота вращения, об/мин	3114
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	0,73 250
Номинальный расход свежего пара, т/ч	52,4
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	31
Расход охлаждающей воды через конденсатор, м³/ч	4160
Гидравлическое сопротивление водяного тракта конденсатора, МПа	0,0168



# ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ

## Завод «Электросила»

Для энергоблоков АЭС «Силовые машины» производят турбогенераторы мощностью до 1200 МВт, как в двухполюсном, так и в четырехполюсном исполнении, с различными системами охлаждения. Турбогенераторы оснащаются статическими тиристорными или бесщеточными системами возбуждения, поставляются в различных климатических исполнениях.

### Быстроходный турбогенератор ТЗВ-1200-2А

Для АЭС большой мощности «Силовые машины» разработали высокоэффективные и взрывобезопасные генераторы с полным водяным охлаждением мощностью 1200 МВт. Турбогенератор ТЗВ-1200-2АУЗ с полным водяным охлаждением обмоток статора, ротора и активной стали сердечника статора для энергоблоков атомных электростанций предназначен для выработки электроэнергии при непосредственном соединении с паровой турбиной.

#### Преимущества турбогенераторов серии ТЗВ:

- Высокие маневренность и перегрузочная способность вследствие низких уровней нагрева и вибрации.
- Взрыво- и пожаробезопасность.
- Повышенная надежность.
- Отсутствие масляных уплотнений вала, вентиляторов и встроенных в статор газоохладителей.

#### Особенности конструкции турбогенератора ТЗВ-1200-2А:

- Наличие «самонапорной» системы охлаждения ротора, в которой отсутствуют гидравлические связи обмоток ротора с валом.
- Наличие полной демпферной системы ротора.
- Применение плоских силуминовых охладителей в виде сегментов с заливкой в них змеевиками из нержавеющей стальной трубки, устанавливаемых между пакетами активной стали, для охлаждения сердечника статора.
- Шестифазное исполнение обмотки статора. Размещение выводов выполнено с двух сторон генератора.
- Для повышения надежности обмотки статора применена нержавеющая охлаждающая трубка взамен медной.
- Усовершенствованию подверглась и конструкция ротора. Применение титана при изготовлении бандажных колец положительно повлияло на эксплуатационные показатели оборудования.



Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТЗВ-1200-2А	1200	1333	98,97	24	3000	2012



## Быстроходный турбогенератор ТВВ-1000-2

Турбогенератор типа ТВВ-1000-2 – двухполюсный трехфазный генератор с водородно-водяной системой охлаждения, где обмотка статора охлаждается водой, а обмотка ротора и сердечник статора – водородом.

### Преимущества турбогенераторов с водородно-водяным охлаждением:

- Хорошие массогабаритные показатели.      ▪ Отработанность конструкции.
- Наилучшая степень защиты корпуса генератора от попадания пыли.

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТВВ-1000-2	1000/1100	1111/1222	98,75	24	3000	1984/модернизация в 2015 г.
ТВВ-1000-2/27	1000	1111	98,71	27	3000	2001

## Тихоходный турбогенератор ТВВ-1000-4

Турбогенератор типа ТВВ-1000-4 – четырехполюсный трехфазный генератор с водородно-водяной системой охлаждения, где обмотка статора охлаждается водой, а обмотка ротора и сердечник статора – водородом.

Все тихоходные блоки АЭС в Российской Федерации оснащены четырехполюсными турбогенераторами с водородно-водяным охлаждением производства компании «Силловые машины». Коэффициент готовности турбогенератора типа ТВВ-1000-4УЗ Балаковской АЭС достиг уровня 0,9983.

### Преимущества турбогенераторов с водородно-водяным охлаждением:

- Хорошие массогабаритные показатели.      ▪ Отработанность конструкции.
- Наилучшая степень защиты корпуса генератора от попадания пыли.

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТВВ-1000-4	1000	1111	98,8	24	1500	1977
ТВВ-1000-4	1170	1300	98,75	24	1500	2018

### Дополнительно для АЭС компания поставляет:

- обратимый двигатель-генератор ОДГ-150 для работы в качестве резервного источника питания особо ответственных потребителей переменного тока и в качестве источника постоянного тока для питания потребителей, заряда и подзаряда аккумуляторных батарей энергоблоков АЭС;
- синхронные генераторы типа СБГД мощностью 4000, 5600 и 6300 кВт для работы в составе стационарных автоматизированных дизель-генераторов, используемых в качестве основных, резервных или аварийных источников питания ответственных потребителей энергоблоков АЭС.



# ТЕПЛООБМЕННОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Помимо основного оборудования, «Силовые машины» производят и поставляют теплообменное и различное вспомогательное оборудование: конденсаторы, регенеративные подогреватели, маслоохладители, эжекторы, клапаны и др.

## Теплообменное оборудование

### Ленинградский Металлический завод

Информация по теплообменному оборудованию представлена в разделе «Теплоэнергетика», подраздел «Теплообменное оборудование», стр. 130.

## Теплообменное оборудование

### ТКЗ «Красный котельщик»

Теплообменное оборудование для АЭС по функциональному назначению и по конструкции аналогично теплообменному оборудованию для тепловых электрических станций. Отличие заключается в бо-

лее жестких требованиях к конструкции и изготовлению, предъявляемых «Правилами устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

## ПВД с плоско-спиральными трубными элементами для АЭС

Тип подогревателя	Поверхность теплообменника, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
ПВ-1600-92-15-2	1600	9,2	185	1,24	188	93 000
ПВ-1600-92-20-2	1600	9,2	205	1,87	208	92 800
ПВ-1600-92-30-2	1600	9,2	224	2,72	227	92 700
ПВ-2500-97-10А-1М	2500	9,7	180,6	1,038	184,7	149 415
ПВ-2500-97-18А-1М	2500	9,7	201,4	1,74	207,4	149 447
ПВ-2500-97-28А-1М	2500	9,7	224,5	2,8	230,9	168 700
ПВ-1500-9,2-3,3-IA	1517	9,5	235	3,4	245	97 600
ПВ-1500-9,2-3,3-IIA	1517	9,5	235	3,4	245	97 600
ПВ-1500-9,2-3,3-IIIA	1517	9,5	235	3,4	245	97 500



## ПВД камерные

Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг	Примечание
		Трубное пространство		Межтрубное пространство			
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С		
ПВ-2000-120-17А	2000	12	181	1,7	186	62 500	горизонтальный
ПВ-2000-120-24А	2000	12	201	2,4	207	70 000	горизонтальный
ПВ-2000-120-36А	2000	12	224	3,6	230	70 000	горизонтальный
ПВД-К-2500-12-3,2-IA (IIA)	2500	9,5	230	3,2	250	107 000	вертикальный
ПВД-К-3460-13-3,24-IIA	3460	13	230	3,24	240	140 500	вертикальный
ПВД-К-2360-13-3,24-IIA	2360	13	230	3,24	240	116 750	вертикальный
ПВД-К-3210-13,6-3,03-IA	3210	13,6	230	3,03	234	135 000	вертикальный
ПВД-К-2600-13,6-3,03-IA	2600	13,6	230	3,03	234	115 000	вертикальный

## ПНД поверхностного типа

Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
ПН-1300-25-6-IA	1300	2,5	65	0,6	69,5	43 987
ПН-1400-25-6-IIA	1400	2,5	101	0,6	106	47 575
ПН-1300-25-6-IIIA	1300	2,5	24	1,6	127	44 955
ПН-1600-25-6-IVA	1600	2,5	153	1,6	156	50 390
ПН-950-42-8	950	4,2	58,5	0,8	63	35 630
ПН-1800-42-8-I	1800	4,2	81,5	0,8	85	60 318
ПН-1800-42-8-II	1800	4,2	103	0,8	107	59 791
ПН-1800-42-8-III	1800	4,2	132	0,8	136	59 684
ПН-1800-42-8-IV	1800	4,2	155	0,8	158	59 406
ПН-1200-42-4-IA-M1	1200	4,1	61,3	0,3	145	49 640
ПН-1200-42-4-IA	1900	4,1	96	0,3	145	72 100
ПН-1200-42-4-IIA	1200	4,1	117,1	0,3	145	49 267
ПН-1200-42-13-IIIA	1200	4,1	142,6	1,2	190	50 650
ПН-1900-42-13-IVA	1900	4,1	164,4	1,2	190	72 254
ПН-1200-25-6-IA	1200	2,5	58	0,6	61	48 246
ПН-1200-25-6-IIA-M1	1200	2,5	101,4	0,6	105,8	48 126
ПН-3000-25-16-IIIA	3000	2,5	126,5	1,6	133,1	97 291
ПН-3000-25-16-IVA	3000	2,5	150,7	1,6	155,5	97 915



Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
ПН-3200-25-16-IA	3200	2,9	105	1,5	200	115 305
ПН-3200-25-16-IIA	3200	2,9	175	1,5	200	115 322
ПН-850-2,9-0,7-IA	840	2,9	180	0,7	200	28 600
ПН-850-2,9-0,7-IIA	840	2,9	180	0,7	200	28 900
ПН-850-2,9-0,7-IIIA	840	2,7	180	0,7	200	29 300
ПН-4700-2,9-0,6-A	4700	1,96	135,9	0,34	151	90 600
ПН-3550-2,9-0,6-A	3550	1,96	149,5	0,49	186	77 100

### ПНД смешивающего типа

Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг	Примечание
		Трубное пространство		Межтрубное пространство			
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С		
ПНСГ-2000-IA	–	0,023	62,4	–	–	20 000	горизонтальный
ПНСГ-4000-2A-M	–	0,0622	86,5	–	–	45 000	горизонтальный
Гидрозатвор Ду-700; Н-10,6м	–	0,0622	86,5	–	–	7000	вертикальный
ПНСВ-4300-2A	–	0,1	110	–	–	48 000	вертикальный
Гидрозатвор Ду-700 Н-11,83м	–	0,1	110	–	–	7350	вертикальный

### Подогреватели сетевой воды (ПСВ)

Тип подогревателя	Номинальный массовый расход	Давление расчетное		Максимальная температура пара	Температура воды		Площадь поверхности теплообмена	Габаритные размеры		Масса аппарата
		пара	воды		На входе	На выходе		высота	диаметр	
ПСВ-1040-1,6-2,2-IA	1594	0,2	1,6	155	70	115	1040	12 100	1800	64100
ПСВ-1040-1,6-2,2-IIA	1594	0,54	1,6	155	115	150	1040	12 100	1800	64100



## Охладители конденсата и охладитель подогревателя

Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
ОКГ-500-25-16-IA	500	2,5	129,03	1,6	156,2	16 983
ОКГ-500-25-16-IIA	500	2,5	132,1	1,6	155,5	16 969
ОДП-500-IA	600	4,2	65,9	0,8	85	18 670

## Испаритель, охладитель испарителя, охладитель выпара

Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
Испаритель	1068	1,1	117	3,1	216	89 100
ОДИ-70А	69,2	4	100	2,1	216	3650
ОВ-700	700	2,5	35	0,6	35	19 220

## Теплообменники технологических систем I и II контуров

Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
Т/О продувки парогенератора	568	0,8	160	0,8	162	13 820
Технологический конденсатор	532,5	0,4	59,5	1,1	183	19 100
Доохладитель продувки ПГ	74,3	0,4	27–42	0,75	50	2199
Охладитель конденсата СВО	60,2	0,4	30–53	0,8	130	1848
ОВ-18	18	2,9	91	0,75	164	970
Холодильник двухточечный	0,2	–	–	–	–	32
Охладитель гидропята I контура Ø 325-01	22,65	0,3	43	0,15	100	1380
Доохладитель подпиточной воды	22,65	0,3	23	0,12	104	1300
Регенеративный Т/О продувки I контура Ø 800	102	19,5	295	19,5	295	12 050
Доохладитель продувки I контура	43	0,98	295	19,5	295	7100
Охладитель подпиточной воды Ø 325	82,3	0,2	90	0,12	104	3640
Т/О промконтура и расхолаживания бассейна выдержки Ø 1200	325	0,69	70	1,0	100	11 570
Т/О аварийного расхолаживания Ø 1800	935	0,5	70	2,1	150	32 100
Охладитель протечек I контура Ø 325-02	27	1	70	0,6	150	1460



Тип подогревателя	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Рабочие параметры				Масса без арматуры, кг
		Трубное пространство		Межтрубное пространство		
		Давление, МПа	Температура, °С	Давление, МПа	Температура, °С	
Охладитель протечек I контура	50,2	0,3	55	0,15	110	1500
Регенератор Т/О продувки I контура	367,2	16,4	288	17	286	22 300
Доохладитель продувки I контура	111	16,3	110	0,3	59	5220
Т/О промконтура	1825	0,4	42	0,2	50	35 000
Охладитель дренажа ПГ	24,2	0,4	55	0,15	100	920
Охладитель подпиточной воды	296,6	0,22	101	0,12	104	10 222
Доохладитель подпиточной воды	81,8	0,3	45	0,12	104	2400
Т/О бассейна выдержки	1240	0,3	43,4	0,7	50	27 200
Т/О аварийного расхолаживания	1610	0,3	42,8	0,7	60	63 710
Конденсатор	5	0,6	60	0,35	100	330
Т/О установки очистки газовых сдувок	0,82	0,43	40	2,07	70	78,6
Охладитель берного конденсата	8	0,4	45	0,6	104	4365
Доохладитель продувки ПГ	23	1,8	170	1	175	970
Регенеративный Т/О продувки ПГ	251,22	1,8	170	1	175	7860
Охладитель дренажа ПГ	41,87	1,8	170	1	175	1310
Охладитель выпара	2,04	0,7	150	0,4	150	150
Т/О отбора проб	0,273	17,7	350	0,98	100	25,1
Т/О 2 Ø 133 – охладитель конденсата греющего пара деаэратора I контура	5,4	1	150	1	150	280
Установки Т/О 3 Ø 133	8,1	1	150	1	150	420
Технологический конденсатор Ø 1200 ТК	442,5	0,6	70	1,2	190	11 200
Т/О бассейна перегрузки Ø 1200-01	216,7	0,9	70	1,3	100	9200
Т/О САОЗ Ø 1200-01	531	0,45	70	0,35	150	11 200
Т/О водоводяной Ø 1200-03	253,3	0,8	70	0,8	150	9950
Охладитель дистиллята	12,5	1,6	120	1,6	120	545



## ДЕАЭРАТОРЫ ТЕРМИЧЕСКИЕ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ АЭС

### ТКЗ «Красный котельщик»

Деаэрактор предназначен для удаления коррозионно-агрессивных газов из питательной воды, для подогрева питательной воды в номинальных, пусковых и переходных режимах работы энергоблока АЭС, а также для создания запаса питательной воды, обеспечивающего питание парогенераторов в переходных режимах и устойчивую работу питательных насосов.

Наименование показателя	Типы деаэракторов			
	ДП-6400(4x1600)/250-А-2	ДП-6400(4x1600)/250-А-3	ДП-6000/250-А-2	ДП-6300/250-А
Номинальная производительность, т/ч	6400	6400	6000	6300
Рабочее давление, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,981 (10,0)	0,871 (8,88)	1,03 (10,49)	1,5 (15,29)
Рабочая температура, °С	183,2	183,2	183	205
Содержание растворенного кислорода в исходной воде на входе в деаэрактор, мкг/кг, не более	300	300	300	300
Содержание растворенного кислорода в деаэрированной воде на выходе из деаэрактора, мкг/кг, не более	5	5	10	5



## **СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ**

Информация представлена в разделе «Системы возбуждения и автоматики», стр. 337.

## **ТРАНСФОРМАТОРЫ**

Информация представлена в разделе «Электросетевой комплекс», стр. 327.



# ТУРБОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПЛАВУЧИХ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Калужский турбинный завод

## Турбоустановка ТК-35/37-3,4С



### Особенности и преимущества турбоустановки:

- сопловые лопатки последних трех ступеней с внутриканальной сепарацией;
- ступени большой веерности с саблевидной сопловой лопаткой;
- выхлопной патрубок с осекольцевым диффузором с косым срезом;
- система автоматического регулирования, управления и защиты обеспечивает дистанционный программный ввод и вывод ПТУ, система диагностирования технического состояния элементов ПТУ определяет безаварийную работу и ресурс.

### Основные характеристики, размерность

Электрическая мощность на клеммах генератора при КПД генератора 98%, МВт	37,85×2
Номинальная частота вращения ротора ГТГ, 1/с (об/мин)	50 (3000)
Номинальные параметры пара перед стопорными клапанами ГТГ: – абсолютное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) – температура, °С	3,43 (35) +285
Абсолютное давление пара в конденсаторе при температуре охлаждающей воды +100 °С; кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) и температура насыщения, °С	
Расход свежего пара на ПТУ, т/ч в т. ч. – расход свежего пара на ГТГ правого и левого борта, т/ч	196×2 189×2
Параметры пара в камере отбора на деаэратор за шестой ступенью турбины: – абсолютное давление, МПа, (кгс/см <sup>2</sup> ) – температура, °С – расход пара из турбины на деаэратор, т/ч	0,4 (4,1) 143,9 17,6
Расход питательной воды, т/ч	201,5×2=403



# НОВЫЕ ПРОДУКТЫ

## Тихоходная паровая турбина К-1200-6,8/25

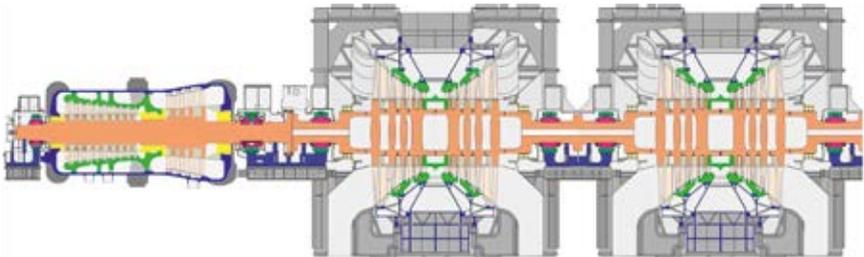
Опираясь на опыт создания мощных быстроходных паровых турбин и передовые достижения науки, «Силловые машины» в течение нескольких лет вели разработку тихоходной турбоустановки мощностью 1255 МВт. Последовательно компанией реализован комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментальной отработки новых узлов на модельных и натурных стендах, технологической подготовки производства.

Тихоходная турбина мощностью 1255 МВт является первой российской тихоходной турбиной большой мощности для работы в составе энергоблока АЭС. Это инновационная разработка «Силловых машин» для работы в составе атомных энергоблоков российского

проекта ВВЭР-ТОИ с реакторами нового поколения повышенной надежности и безопасности. Данный проект основан на современных требованиях, предъявляемых к новым энергоблокам атомных станций в России и за рубежом.

### Основные характеристики

Тип турбины	К-1200-6,8/25
Конструктивная схема	ЦВСД+2ЦНД
Номинальная мощность, МВт	1255
Частота вращения, об/мин	1500
Длина рабочей лопатки последней ступени, мм	1760



**В проекте тихоходной турбины специалистами «Силловых машин» применен ряд инновационных решений, повышающих надежность и долговечность оборудования:**

- Конструктивная схема турбины ЦВСД+2ЦНД с выделенной частью среднего давления, с выполнением ЧВД и ЧСД в однопоточном исполнении, позволяет обеспечить высокие КПД проточных частей высокого, среднего и низкого давлений.
- В последней ступени ЦНД используют рабочие лопатки длиной 1760 мм. Такое решение позволяет иметь необходимую площадь выхлопа ЦНД для обеспечения высокой экономичности турбины мощностью 1255 МВт при применении двух ЦНД, благодаря чему достигается существенное сокращение длины турбины.



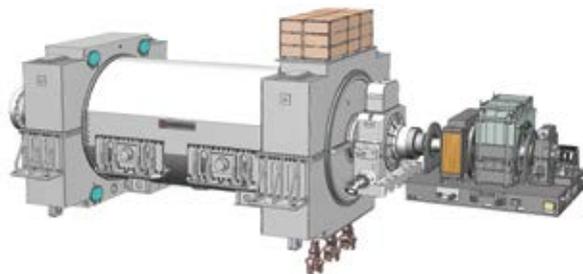
- Применение референтного решения – для изготовления корпусных деталей ЦВСД используется нержавеющая сталь, что позволяет предотвратить негативное воздействие влажного пара на ответственные узлы турбины.
- Применяются роторы низкого давления сварной конструкции, что снижает металлоемкость турбины.
- В проточной части цилиндра низкого давления применены полые направляющие лопатки. Специальное профилирование пера полой лопатки обеспечивает оптимальное распределение давления пара перед рабочей лопаткой последней ступени, благодаря чему достигается повышение экономичности ступени. Кроме того, полая направляющая лопатка легче телесной лопатки, а ее конструкция позволяет эффективно организовать защиту рабочей лопатки последней ступени от воздействия влажного пара, тем самым повышая эрозионную надежность работы последней ступени и цилиндра низкого давления в целом.
- Применена новая конструкция цилиндра низкого давления с независимым опиранием внутреннего и наружного корпусов цилиндра, позволяющим снизить нагрузки на фундамент турбоагрегата и, следовательно, затраты на его сооружение.
- На трубопроводах отбора пара из турбины в части высокого давления ЦВСД применены линейные сепараторы для удаления крупнодисперсной влаги, что увеличивает надежность вспомогательного оборудования турбоустановки.

### Тихоходный турбогенератор ТВВ-1200-4

Четырехполюсный турбогенератор типа ТВВ-1200-4 – это трехфазный генератор с традиционной водородно-водяной системой охлаждения, где обмотка статора охлаждается водой, а обмотка ротора и сердечник статора охлаждаются водородом. Турбогенератор сочетает в себе как отработанные конструктивные решения, подтвержденные более чем пятидесятилетним опытом успешной эксплуатации, так и современные разработки, опробованные на мощных турбогенераторах других типов.

#### **Конструктивные особенности четырехполюсного генератора, разработанного для энергоблоков АЭС с реакторами ВВЭР-ТОИ:**

- Четырехполюсное исполнение ротора, изготовленного из цельной поковки.
- Охлаждение обмотки ротора выполняется водородом за счет самонапорного действия через радиальные вентиляционные каналы.
- Трубка из нержавеющей стали в стержнях обмотки статора, привариваемая к нержавеющей водяным камерам стержней обмотки статора.
- Конструкция крепления лобовых частей обмотки статора, жесткая в радиальном и тангенциальном направлениях и упругая в осевом, обеспечивает свободное перемещение лобовых частей в осевом направлении под действием тепловых расширений, минимизируя внутренние напряжения в обмотке статора и деталях торцевой зоны.

**Преимущества четырехполюсных турбогенераторов:**

- Высокая надежность.
- Механически «жесткий» ротор.
- Низкие амплитуды виброперемещений элементов статора.
- Высокая устойчивость работы в сети.
- Низкие механические потери и уровень шума.

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ • А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТВВ-1200-4	1255	1394	99,0	24	1500	проект

# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС





# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

**«Силловые машины» предлагают широкую линейку оборудования**, ориентированного на разные отрасли промышленности – нефтяную, сталелитейную, газовую, пищевую, деревообрабатывающую, угольную, строительную, нефтехимическую, горнодобывающую и другие отрасли промышленности.

## **Основная продукция:**

- турбоагрегаты малой и средней мощности;
- котлоагрегаты малой и средней мощности;
- котлы-утилизаторы малой мощности;
- электрические генераторы и двигатели;
- соединительные детали трубопроводов и другое оборудование.





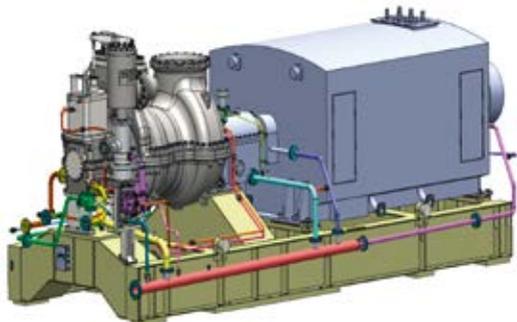
# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

## ТУРБОУСТАНОВКИ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

### Калужский турбинный завод

#### Турбины с противодавлением

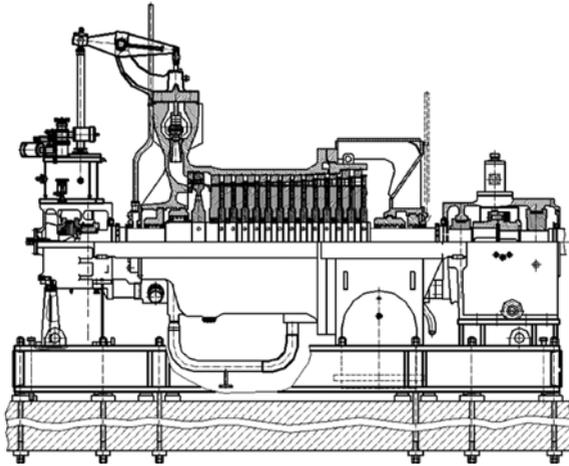
- Отработанные конструктивные решения.
- Высокоэффективные уплотнения, которые позволяют уменьшить периферийные зазоры рабочих лопаток и обеспечить снижение протечек.
- Испытания изделия на заводе-изготовителе.
- Многорежимность, маневренность, легкость управления, приспособляемость к колебаниям потребностей в паре и электроэнергии, компактность.
- Высокая надежность, экономичность и удобство обслуживания.
- Высокая степень ориентации на требования заказчика.
- Обширные референции поставок.



Турбина с противодавлением без регулируемого отбора пара



## Турбины с противодавлением без регулируемого отбора пара



Продольный разрез турбины P6-3,4/0,1

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>P-1,4-2,3/0,7</b>
Номинальная мощность, МВт	1,43
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,3 380
Номинальный расход свежего пара, т/ч	25
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>P-1,4-3,4/1,3</b>
Номинальная мощность, МВт	1,4
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 410
Номинальный расход свежего пара, т/ч	30
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	30
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-1,6-2,8/0,7</b>
Номинальная мощность, МВт	1,6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,8 350
Номинальный расход свежего пара, т/ч	27,55
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-2,5-2,1/0,3</b>
Номинальная мощность, МВт	2,5
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,05 370
Номинальный расход свежего пара, т/ч	27,63
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-2,5-2,1/0,6</b>
Номинальная мощность, МВт	2,5
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,05 370
Номинальный расход свежего пара, т/ч	41,0
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-2,5-3,4/0,3-1</b>
Номинальная мощность, МВт	2,5
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	21,7
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-4-2,1/0,3</b>
Номинальная мощность, МВт	4
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,05 370
Номинальный расход свежего пара, т/ч	42,43
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-4-3,4/0,5-1</b>
Номинальная мощность, МВт	4
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	39,6
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-4-3,4/1,5-1</b>
Номинальная мощность, МВт	4
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	80,9
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	30
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	20×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-6-3,4/0,1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	37,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	40×2



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-6-3,4/0,5-1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	57,9
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-6-3,4/1,0-1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	83,7
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	30
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	20×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-7,5-3,4/0,3-1</b>
Номинальная мощность, МВт	7,5
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	60
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	–

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-12-2,7/0,2</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,7 380
Номинальный расход свежего пара, т/ч	92,4
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	30×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-12-3,4/0,1</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	72,6
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	30×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-12-3,4/0,5-1</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	111,24
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	30×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-12-3,4/1,0</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	166,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	30
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	30×2

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-12-3,4/1,3</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,5 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	218,1
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	–



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-12-8,8/1,8-1</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	126,84
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	30
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	60×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-12-8,8/3,1-1</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход свежего пара, т/ч	182,4
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	30
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	60×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-25-3,4/0,1</b>
Номинальная мощность, МВт	25
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход свежего пара, т/ч	143,8
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	20
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	80×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>P-27-8,8/1,35</b>
Номинальная мощность, МВт	27,35
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 485
Номинальный расход свежего пара, т/ч	240,5
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	–

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>P-32,5-8,8/0,65</b>
Номинальная мощность, МВт	32,13
Частота вращения, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 485
Номинальный расход свежего пара, т/ч	210,3
Номинальная температура охлаждающей воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	–

## Турбины с противодавлением и регулируемым производственным отбором пара

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>ПР-2,5-1,3/0,6/0,1</b>
Номинальная мощность, МВт	2,5
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	1,3 300
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	49,6
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	29,5
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>ПР-6-3,4/0,5/0,1-1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	53,4
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	40,8
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20



### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ПР-6-3,4/1,0/0,1-1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	67,5
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	41,1
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ПР-6-3,4/1,0/0,5-1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	76,8
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	60,6
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	20×2

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ПР-6-3,4/1,5/0,5-1</b>
Номинальная мощность, МВт	6
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	79,8
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	60,1
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	20×2



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ПР-12-3,4/0,6/0,1</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	93,2
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	70,8
Максимальная температура воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	–
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	30×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ПР-12-3,4/1,0/0,1</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: давление, МПа температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	104,3
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	77,5
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	20
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	30×2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ПР-12/15-8,8/1,5/0,7</b>
Номинальная мощность, МВт	12
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: давление, МПа температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	113,4
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	100
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м <sup>3</sup> /ч	30
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охл воды на маслоохладители, м <sup>3</sup> /ч	20×2



### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ПР-13/15,8-3,4/1,5/0,6</b>
Номинальная мощность, МВт	13
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,4 435
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	160
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	160
Максимальная температура воды, °С	40
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	20
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	40×2

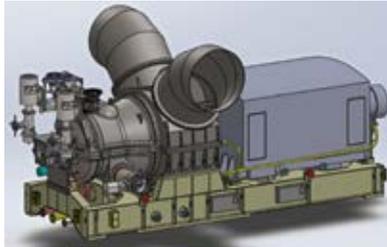
### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ПР-35-8,8/1,0</b>
Номинальная мощность, МВт	35
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	8,8 535
Номинальный расход пара при режиме с отбором, т/ч	–
Номинальный расход пара при режиме без отбора, т/ч	–
Максимальная температура воды, °С	–
Расход химически очищенной воды на струйный подогреватель, м³/ч	–
Температура охлаждающей воды, °С	–
Расход охлаждающей воды на маслоохладители, м³/ч	56,9×2

# ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ

## Калужский турбинный завод

### Турбогенераторы блочные конденсационные



- Рамная конструкция.
- Сопловое парораспределение для эффективной работы на частичных нагрузках.
- Стандартизация блочной конструкции и сборки с использованием испытанных компонентов.
- Быстрое и надежное выполнение проекта с обеспечением высокого качества продукции.
- Испытания изделия на заводе-изготовителе.
- Приспособляемость к местным требованиям и требованиям заказчика.
- Короткий срок монтажа и ввода в эксплуатацию.
- Продолжительный межремонтный период.
- Обширные референции поставок.

#### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ТГУ 500К</b>
Номинальная мощность, кВт	500
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	0,65
– температура, °С	250
Расход пара, т/ч	4,0

#### Основные характеристики

Тип турбины	<b>ТГУ 600</b>
Номинальная мощность, кВт	600
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,6
– температура, °С	310
Расход пара, т/ч	4,3



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГУ 800К</b>
Номинальная мощность, кВт	800
Частота вращения турбины, об/мин	6000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	0,65
– температура, °С	250
Расход пара, т/ч	6,1

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГУ 1000К</b>
Номинальная мощность, кВт	1000
Частота вращения турбины, об/мин	6000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,1
– температура, °С	310
Расход пара, т/ч	6,55

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ОК-3С-01</b>
Номинальная мощность, кВт	2000
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	3,8
– температура, °С	285
Расход пара, т/ч	14,2

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>П 0,6-13/6</b>
Номинальная мощность, кВт	600
Частота вращения турбины, об/мин	6700
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С	191
Расход пара, т/ч	10,0
Номинальные параметры пара в отборе:	
– давление, МПа	0,6
– температура, °С	158
– расход, т/ч	5,0

## Турбогенераторы конденсационные с отбором пара

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>П 1,2-13/6</b>
Номинальная мощность, кВт	1200
Частота вращения турбины, об/мин	6700
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	1,3 235
Расход пара, т/ч	13,5
Номинальные параметры пара в отборе: – давление, МПа – температура, °С – расход, т/ч	0,6 179 4,0

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>П 1,5/10,5-1,4/0,7</b>
Номинальная мощность, кВт	1500
Частота вращения турбины, об/мин	7500
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	1,4 235
Расход пара, т/ч	17,5
Номинальные параметры пара в отборе: – давление, МПа – температура, °С – расход, т/ч	0,7 184 6,0

### Основные характеристики

Тип турбины	<b>П 1,5/6,3-4,0/0,5</b>
Номинальная мощность, кВт	1500
Частота вращения турбины, об/мин	7500
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	3,8 435
Расход пара, т/ч	12,0
Номинальные параметры пара в отборе: – давление, МПа – температура, °С – расход, т/ч	0,5 281 5,0



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>П 2,0/6,3-2,4/0,5</b>
Номинальная мощность, кВт	2000
Частота вращения турбины, об/мин	7500
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	2,2
– температура, °С	350
Расход пара, т/ч	18,2
Номинальные параметры пара в отборе:	
– давление, МПа	0,5
– температура, °С	224
– расход, т/ч	9,5

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>П 2,5/10,5-4,0/0,9</b>
Номинальная мощность, кВт	2500
Частота вращения турбины, об/мин	7500
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	4,0
– температура, °С	440
Расход пара, т/ч	20,6
Номинальные параметры пара в отборе:	
– давление, МПа	0,9
– температура, °С	298
– расход, т/ч	11,0

## Турбогенераторы конденсационные с отбором и бойлером для выработки электроэнергии и подогрева сетевой воды

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>П 1,5/10,5-2,4/1,0Б</b>
Номинальная мощность, кВт	1500
Частота вращения турбины, об/мин	6700
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	2,4 370
Расход пара, т/ч	21,2
Номинальные параметры пара в отборе: – давление, МПа – расход, т/ч	1,15 11,0

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ПР 0,6/0,4-1,3/0,65/0,04</b>
Номинальная мощность, кВт	600
Частота вращения турбины, об/мин	6700
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С	1,3 191
Расход пара, т/ч	12,0
Номинальные параметры пара в отборе: – давление, МПа – расход, т/ч	0,65 5,0

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ-2,5/6,3-К1,5</b>
Номинальная мощность электрическая, МВт	2,5
Номинальная мощность тепловая, МВт	–
Частота вращения ротора турбины, об/мин	7500
Частота вращения ротора генератора, об/мин	3000
Номинальные параметры свежего пара: – абсолютное давление, МПа – температура, °С	1,6 315
Номинальный расход пара, т/ч	16,6



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 0,6/0,4-К2,8</b>
Номинальная мощность электрическая, МВт	0,6
Номинальная мощность тепловая, МВт	2,8
Частота вращения ротора турбины, об/мин	10 500
Частота вращения ротора генератора, об/мин	1500
Номинальные параметры свежего пара: – абсолютное давление, МПа – температура, °С	2,8 380
Номинальный расход пара, т/ч	4,6

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 0,6/0,4-К1,3</b>
Номинальная мощность электрическая, МВт	0,6
Номинальная мощность тепловая, МВт	5,6
Частота вращения ротора турбины, об/мин	8000
Частота вращения ротора генератора, об/мин	1500
Номинальные параметры свежего пара: – абсолютное давление, МПа – температура, °С	1,3 191
Номинальный расход пара, т/ч	10

## Турбогенераторы блочные с противодавлением

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 0,5А/0,4 Р13/3,7</b>
Номинальная мощность, МВт	0,5
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	1,3 191
Расход пара, т/ч	13,2
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	10

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>ТГ 0,5А/0,4 Р13/3,7</b>
Номинальная мощность, МВт	0,5
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С (влажность, %)	191
Расход пара, т/ч	13,2
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м³/ч	10

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>ТГ 0,6А/0,4 Р12/3,7</b>
Номинальная мощность, МВт	0,6
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,2
– температура, °С (влажность, %)	187
Расход пара, т/ч	16,5
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м³/ч	10

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>ТГ 0,75А/0,4 Р13/2</b>
Номинальная мощность, МВт	0,75
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С (влажность, %)	191
Расход пара, т/ч	14,4
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м³/ч	10



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 1,25А/0,4 Р13/2,5</b>
Номинальная мощность, МВт	1,25
Частота вращения турбины, об/мин	10 500
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С (влажность, %)	250
Расход пара, т/ч	22
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м³/ч	30

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 1,5А/10,5 Р13/3</b>
Номинальная мощность, МВт	1,5
Частота вращения турбины, об/мин	10 500
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С (влажность, %)	191
Расход пара, т/ч	34,5
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м³/ч	30

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 0,5ПА/0,4 Р11/6</b>
Номинальная мощность, МВт	0,5
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,1
– температура, °С (влажность, %)	183
Расход пара, т/ч	27,5
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м³/ч	10



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 0,6ПА/0,4 Р13/6</b>
Номинальная мощность, МВт	0,6
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	1,3 191
Расход пара, т/ч	30,4
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	10

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 0,75ПА/0,4 Р13/4</b>
Номинальная мощность, МВт	0,75
Частота вращения турбины, об/мин	8000
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	1,3 191
Расход пара, т/ч	22,5
Температура охлаждающей воды, °С	20
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	10

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 1,06/10,5 Р2,2/0,12</b>
Номинальная мощность, МВт	1,06
Частота вращения турбины, об/мин	9300
Частота вращения генератора, об/мин	1500
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	2,2 350
Расход пара, т/ч	11,1
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	30



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 2,5АС/10,5 P13/2,5</b>
Номинальная мощность, МВт	2,5
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	3,0
– температура, °С (влажность, %)	240
Расход пара, т/ч	11,1
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м³/ч	30

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 3АС/10,5 P13/2,5</b>
Номинальная мощность, МВт	3
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С (влажность, %)	191
Расход пара, т/ч	45,5
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м³/ч	40

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 3,5АС/10,5 P13/1,2</b>
Номинальная мощность, МВт	3,5
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	1,3
– температура, °С (влажность, %)	191
Расход пара, т/ч	44,2
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м³/ч	40



Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 1,5/6,3 РЗ,6/1,7</b>
Номинальная мощность, МВт	1,578
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	3,6
– температура, °С (влажность, %)	420
Расход пара, т/ч	41
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	16

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 2,3/6,3 РЗ,6/1,1</b>
Номинальная мощность, МВт	2,46
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	3,6
– температура, °С (влажность, %)	420
Расход пара, т/ч	41
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	22

Основные характеристики	
Тип турбины	<b>ТГ 4,0/10,5 РО,6/0,12</b>
Номинальная мощность, МВт	3,8
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара:	
– давление, МПа	0,6
– температура, °С (влажность, %)	238
Расход пара, т/ч	60
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	32

**Основные характеристики**

Тип турбины	<b>ТГ 7,0/6,3 Р3,6/0,4</b>
Номинальная мощность, МВт	7,03
Частота вращения турбины, об/мин	3000
Частота вращения генератора, об/мин	3000
Начальные параметры пара: – давление, МПа – температура, °С (влажность, %)	3,6 420
Расход пара, т/ч	68
Температура охлаждающей воды, °С	25
Расход охлаждающей воды, м³/ч	50

# КОТЛОАГРЕГАТЫ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

ТКЗ «Красный котельщик»

## Газомазутные котлы 50–160 т/ч

Паровые котлы данной группы предназначены для получения перегретого пара среднего/высокого давления при сжигании природного газа и мазута.

Паровые котлы однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры и опускного конвективного газохода образованы газоплотными панелями из труб с продольной перегородкой.

Пароперегреватели и экономайзер расположены последовательно по ходу дымовых газов.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыскивающими/поверхностными пароохладителями.

Котлы оборудованы четырьмя газомазутными горелками, соплами для ввода вторичного воздуха при работе на газе или для ввода газов рециркуляции при работе на мазуте. Данное мероприятие позволяет организовать ступенчатое



Котел паровой Е-75-3,9-350 ГМ

сжигание топлива с целью получения минимальных выбросов окислов азота. Подогрев воздуха осуществляется в вынесенном за пределы котла трубчатом воздухоподогревателе.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

Основные характеристики котлов

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление пара за котлом, МПа	Температура пара, °С	Основной вид топлива
Е-160-3,9-440ГМ (модель ТГМЕ-190)	44,4 (160)	3,9	440	Природный газ Мазут
Е-100-11,8-535ГН (модель ТГ-070)	27,8 (100)	11,8	535	Природный газ Метан-водородная фракция
Е-75-3,9-350ГМ	75	3,9	350	Природный газ



## Котлы, работающие на биотопливе

Паровой котел для сжигания биомассы имеет апробированную эффективную конструкцию с нижним опиранием. Паровой котел с естественной циркуляцией, двухходовой вертикальной конструкции с присоединенным экономайзером и воздухоподогревателем. Части под давлением, где возможно, выполнены из газоплотных мембранных панелей. Пароперегреватель расположен во 2-м ходе по газу. Пароперегреватель состоит из двух ступеней. Топливо котла – биомасса, которая состоит из древесных отходов. Топливо подается в топку при помощи воздушных распределителей, топливо сжигается на водоохлаждаемой вибрационной решетке. Воздух под горением и над горением обеспечивает более полное сжигание с минимальным выбросом NOx. Сжигание на водоохлаждаемой вибрационной решетке позволяет получить менее 2%



механического недожога. Водоохлаждаемая вибрационная решетка требует низких расходов на техническое обслуживание. Запальная газовая горелка используется для розжига биотоплива.

### Основные характеристики котлов

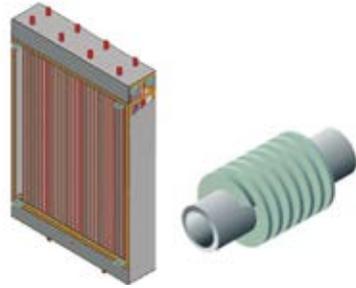
Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление пара за котлом, МПа	Температура пара, °С	Основной вид топлива
E-33-6,0-460	33	6,0	460	Биотопливо Древесные отходы
E-26,4-7,2-480	26,4	7,2	480	Биотопливо Древесные отходы
E-22-5,1-455	22,0	5,1	455	Биотопливо Древесные отходы

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КАЛОРИФЕРЫ

## ТКЗ «Красный котельщик»

Энергетические калориферы из стальных труб с приварным спирально-ленточным оребрением предназначены для предварительного подогрева воздуха до его поступления в газовые воздухоподогреватели котлов, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, а также для использования в системах вентиляции и воздушного отопления помещений электростанций и промышленных предприятий. Отличительной особенностью калориферов производства ТКЗ является индивидуальный подход к каждой установке для конкретного заказчика, который заключается в проектировании установки в целом с последующей разбивкой на секции или поставочные блоки.

Поставочный блок паровых калориферов состоит из вертикальных теплоотдающих элементов, паровых раздающих коллекторов с патрубками для подвода пара, конденсатоотводящих коллекторов



с патрубками для отвода конденсата и штуцером для отвода несконденсировавшихся газов, металлического каркаса с обшивкой, обеспечивающей отсутствие протечек воздуха помимо поверхности нагрева. Поставочный блок водяных калориферов в части теплоотдающих элементов и каркаса аналогичен паровым калориферам. Отличие заключается в двухходовой схеме прохождения греющей среды.

### Основные характеристики котлов

Типы калориферов № чертежа	Максимальные параметры среды		Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	Давление пара, МПа	Температура, °С	Длина	Высота	Ширина	
ТКЭ-125-В-2 ВИФР 622 519.006 СБ	1,9	300	3166	1080	344	1122
ТТО-225-Г-1 ВИФР 622 519.008 СБ	1,9	300	4000	1390	340	2100
ТКО-40-В-1 ВИФР 667 494.002 СБ	1,0	300	1502	1392	610	390
ТКС-1120-В-1 ВИФР 065 181.004 СБ	0,8	150	4000	2500	300	9240
ТКЭ-215-В-2 ВИФР 622 519.013 СБ	1,9	300	2823	2211	516	2096
ТКЭ-1100-В-2 ВИФР 622 519.017 СБ	1,9	300	5073	3057	676	8272
ТКЭ-800-В-2 ВИФР 622 519.020 СБ	1,9	300	5723	2211	556	6005
ТКЭ-550-В-2 ВИФР 622 519.021 СБ	1,9	300	3523	2401	676	4390
ТКЭ-350-В-2 ВИФР 622 519.023 СБ	1,9	300	5123	2211	336	2796
ТКЭ-500-В-1 ВИФР 622 519.043 СБ	1,6	300	4644	2596	396	3844
ТКЭ-250-В-1 ВИФР 622 519.046 СБ	1,6	300	3140	2071	516	2340



Типы калориферов № чертежа	Максимальные параметры среды		Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	Давление пара, МПа	Температу- ра, °С	Длина	Высота	Ширина	
ТКЭ-460-В-2 ВИФР 622 519.029 СБ	1,6	300	4940	2211	556	3860
ТКЭ-450-В-2 ВИФР 622 519.038 СБ	1,6	300	3550	1909	676	3800
ТКЭ-520-В-2 ВИФР 622 519.030 СБ	1,6	300	4650	2073	556	4020
ТКЭ-1100-В-2 ВИФР 622 519.027 СБ	1,6	300	4250	3057	676	8250
ТКЭ-200-В-2 ВИФР 622 519.036 СБ	1,6	300	2350	1335	676	1700
ТКЭ*						

Примечание:

\* Калориферы могут быть разработаны и изготовлены требуемых размеров для конкретного заказчика по его заданию.



# КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

## ТКЗ «Красный котельщик»

ТКЗ «Красный котельщик» проектирует и поставляет котлы-утилизаторы для работы в составе ПГУ с газовыми турбинами мощностью от 2,5 до 60 МВт различных типов:

- паровые и водогрейные;
- оснащенные дожигающим устройством и без него;
- одного или нескольких давлений;
- вертикального и горизонтального профиля;
- подвесные, самоопорные.



Горизонтальный котел-утилизатор  
(Е-22,9-3,9-310)

### Основные характеристики

Модель котла	Производительность (т/ч)	Тип котла, наличие дожигаения	Тип газовой турбины (мощность, МВт)
ТКУ-5	11	Паровой без дожигаения	ГТ-4Э (4)
ТКУ-13	35	Паровой без дожигаения	НК-37 (25)
ТКУ-14	38	Паровой без дожигаения	GT-1082 (25)
Е-38,34/8,09-5,5/0,63-521/230	38,34/8,09	Паровой без дожигаения	LM2500+G4 (30)
Е-22,9-3,9-310	22,9	Паровой без дожигаения	5ГЦ-287/15-57 ГТУ (17,8)
Е-20-0,8-170	20	Паровой без дожигаения	SGT-300 (8)



## ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

### Завод «Электросила»

Предназначены для выработки электрической энергии на стационарных и передвижных электростанциях небольшой мощности.

Работают в едином блоке с паровыми или газовыми турбинами.

Система охлаждения – воздушная с замкнутым или разомкнутым циклом вентиляции.

Возбуждение – бесщеточное, от синхронного возбудителя через вращающийся диодный выпрямитель.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ГС-1500-4	1500	6300/6600	1500/1800	0,8	95,0	7300
ГС-2500-6.3-4	2500	6300	1500	0,8	96,5	10 300
ГМ-2000-2	1700	400	3000	0,8		12 900
ГС-2000-2	2000	400	3000	0,8	95,0	12 300
ГМ-2000/1-2	2000	400	3000	0,8	95,0	12 900



# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ

## Завод «Электросила»

### Асинхронные электродвигатели переменного тока

#### Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором серий ДАП, ДАП-М и ДАЗ-М

Применяются для привода нагнетателей, эксгаустеров и других механизмов. Предназначены для работы в закрытых помещениях; двигатели серий ДАП и ДАП-М – для работы во взрывоопасных помещениях согласно условиям УП-3 ПУЭ-76.

Эксплуатируются как за рубежом, так и на внутреннем рынке.

Двигатели ДАЗ-М применяются для работы в нормальной окружающей среде. Исполнение для ДАП и ДАП-М – закрытое, горизонтальное, взрывозащищенное, с самовентиляцией по зам-

кнутому циклу или принудительной вентиляцией по разомкнутому циклу. Двигатели серий ДАП-М и ДАЗ-М выполняются на двух щитовых подшипниках качения с консистентной смазкой.

Двигатели серии ДАП выполняются на двух стоекковых подшипниках скольжения. Пуск односкоростных двигателей – прямой, от полного напряжения сети; двухскоростных двигателей – на нижней ступени скорости с последующим переключением (при необходимости) на верхнюю ступень без остановки двигателя.

#### Расшифровка обозначения двигателя:

Д – двигатель; А – асинхронный; 3 – закрытое исполнение;

П – продуваемый под избыточным давлением;

14 – условное обозначение габарита;

49, 59, 69, 79 – длина сердечника статора, см;

М – модернизированный;

УХЛ – климатическое исполнение;

4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
ДАП-14-49-4М УХЛ4	1250	6000	1500	95,5	6000
ДАП-14-59-4М УХЛ4	1600	6000	1500	95,7	6600
ДАП-14-69-4М УХЛ4	2000	6000	1500	96,0	7250
ДАП-14-79-4М УХЛ4	2500	6000	1500	96,2	8000
ДАП-14-49-4М Т4	800	6600	1500	94,0	6000
ДАП-14-49-4 УХЛ4	1250	6000	1500	95,3	7450
ДАП-14-59-4 УХЛ4	1600	6000	1500	95,3	8220
ДАП-14-69-4 УХЛ4	2000	6000	1500	95,7	9140
ДАП-14-79-4 УХЛ4	2500	6000	1500	95,8	10 140
ДАП-14-49-4 Т4	800	6600	1500	93,7	7450



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
ДАП-14-59-4 Т4	1250	6600	1500	94,3	8220
ДАЗ-14-49-4М УХЛ4	1250	6000	1500	95,5	6000
ДАЗ-14-59-4М УХЛ4	1600	6000	1500	95,7	6600
ДАЗ-14-69-4М УХЛ4	2000	6000	1500	96,0	7250
ДАЗ-14-79-4М УХЛ4	2500	6000	1500	96,2	8000
<b>Двухскоростные</b>					
ДАЗ-14-79-4/8 УХЛ4	2000/500	6000	1500/750	95,2/92,2	10 400
ДАЗ-14-79-4/8 Т4	1800/400	6300	1500/750	94,8/91,5	10 400
ДАЗ-14-79-4/8 Т4	1500/300	6600	1500/750	94,7/90,2	10 400
ДАЗ-14-79-4/8 Т4	1650/400	6000	1500/750	94,8/91,3	10 400

### Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором серии АТМК

Двигатели специального исполнения применяются для привода центробежных циркуляционных компрессоров высокого давления и расположены внутри прочного корпуса в среде аммиака или метанола под давлением до 30 МПа при температуре до 35 °С.

#### Расшифровка обозначения двигателя:

- А – асинхронный;
- ТМ – турбомотор;
- К – компрессорный;
- 750 – номинальная мощность, кВт;
- 2 – число полюсов;
- У, Т – климатическое исполнение.



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
АТМК-750-2 У	750	380	50	3000	96,0	2700
АТМК-750-2 Т	750	380	50	3000	96,0	2700



**Асинхронный частотно-регулируемый двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АДРН-550-4-100**

Применяется для работы с питательным насосом паротурбинной установки (ПТУ) с ТК-35/38-3,4 для атомной теплоэлектростанции малой мощности (АТЭС ММ) плавучего энергоблока проекта 20870. Удовлетворяет требованиям Морского регистра.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках скольжения, с одним выступающим цилиндрическим концом вала. Охлаждение – воздушное, самовентилирующей по разомкнутому циклу.

Двигатель получает питание от статического преобразователя частоты, линейное напряжение на выходе которого изменяется от 0 до 520 В и частота от 1 до 50 Гц. Пуск, остановка, плавное регулирование частоты вращения двигателя, защита двигателя от перегрузок и коротких замыканий осуществляются статическим преобразователем частоты.



**Расшифровка обозначения двигателя:**

- А – асинхронный;
- Д – двигатель;
- Р – регулируемый;
- Н – насосный;
- 550 – мощность, кВт;
- 4 – число полюсов; 100 – частота сети, Гц.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
АДРН-550-4-100	550	520	3100	93,6	2380

**Асинхронный частотно-регулируемый двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АДР-55-6 Т2**

Предназначен для работы привода вентилятора дымососа металлургического комбината.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках качения, с одним выступающим цилиндрическим концом вала.

Охлаждение – воздушное, с самовентилирующей по разомкнутому циклу.

Двигатель получает питание от статического преобразователя частоты, линейное напряжение на выходе которого изменяется от 0 до 415 В и частота от 1 до 50 Гц. Пуск, остановка, плавное регулирование частоты вращения двигателя, защита двигателя от перегрузок и коротких замыканий осуществляются статическим преобразователем частоты.



**Расшифровка обозначения двигателя:**

- А – асинхронный;
- Д – двигатель;
- Р – регулируемый;
- 55 – мощность, кВт;
- 6 – число полюсов;
- Т – климатическое исполнение;
- 2 – категория размещения.



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
АДР-55-6 Т2	55	415	1000	91,0	790

### Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа ДА

Предназначены для привода различных механизмов, не требующих регулирования частоты вращения (насосы, вентиляторы, дымососы и др.).

Исполнение – горизонтальное, с самовентиляцией по разомкнутому циклу. Двигатель выполняется на двух подшипниках качения с консистентной смазкой. Сопряжение с приводным механизмом осуществляется с помощью эластичной муфты.

Пуск двигателя – прямой, обеспечивается как при номинальном напряжении, так и при снижении напряжения сети за время пуска до 0,8 Uном.

### Расшифровка обозначения двигателя:

Д – двигатель;  
 А – асинхронный;  
 250, 315, 400, 500, 630 – мощность, кВт;  
 3, 6 – напряжение, кВ;  
 4, 6, 8, 12 – число полюсов;  
 У, Т – климатическое исполнение;  
 3 – категория размещения.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
ДА-315-3-4ТЗ	315	3000	1500	93,9	1950
ДА-315-6-4УЗ	315	6000	1500	93,9	1950
ДА-500-6-4УЗ	500	6000	1500	94,7	2100
ДА-315-3-6ТЗ	315	3000	1000	94,2	2200
ДА-400-6-6УЗ	400	6000	1000	94,0	2110
ДА-630-3-6УЗ	630	3000	1000	94,7	2620
ДА-630-6-6УЗ	630	6000	1000	94,7	2620
ДА-250-3-8УЗ	250	3000	750	93,0	2880
ДА-250-6-8УЗ	250	6000	750	93,0	2880
ДА-500-6-8УЗ	500	6000	750	93,7	2790
ДА-250-6-12УЗ	250	6000	500	92,2	2570

**Асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа ДАЗ 250-6-12 УХЛ4**

Предназначен для привода конусных дробилок.

Исполнение – закрытое, горизонтальное, с принудительной вентиляцией.

Двигатель выполняется на двух щитовых подшипниках скольжения с самосмазкой.

Пуск двигателя – прямой от полного напряжения сети.

**Расшифровка обозначения двигателя:**

Д – двигатель; А – асинхронный;

З – закрытое исполнение;

250 – мощность, кВт;

6 – напряжение, кВ;

12 – число полюсов;

УХЛ – климатическое исполнение;

4 – категория размещения.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
ДАЗ 250-6-12 УХЛ4	250	6000	500	92,3	3700

**Асинхронные двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа ДАЗО 400-6-8 У1, ДАЗО 630-6,6-6 Т2**

Предназначены для привода насосов, воздуходувок, вентиляторов, дымососов и других механизмов с тяжелыми условиями пуска.

Исполнение – закрытое, горизонтальное, с самовентиляцией по замкнутому циклу с применением воздушного воздухоохладителя.

Двигатель выполняется на двух подшипниках качения с пластичной смазкой.

Пуск двигателя – прямой, обеспечивается как при номинальном напряжении, так и при снижении напряжения сети за время пуска до 0,8 Уном.

**Расшифровка обозначения двигателя:**

Д – двигатель;

А – асинхронный;

З – закрытое исполнение;

О – обдуваемый;

400 – мощность, кВт;

6 – напряжение, кВ;

8 – число полюсов;

У – климатическое исполнение;

1 – категория размещения.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
ДАЗО 400-6-8У1	400	6000	750	94,3	3200
ДАЗО 630-6,6-6 Т2	630	6600	1000	91,5	8000



## Асинхронный двигатель трехфазного тока с фазным ротором типа ДАФЗ 400-6-10 УХЛ1

Предназначен для приводов транспортеров, ковочно-штамповочных прессов, буровых лебедок и других механизмов с тяжелыми условиями пуска.

Исполнение – закрытое, обдуваемое, горизонтальное, с контактными кольцами, на подшипниках качения с пластичной смазкой.

Пуск двигателя – от полного напряжения сети с включением в цепь ротора пусковых сопротивлений с помощью станции управления.

### Расшифровка обозначения двигателя:

Д – двигатель;  
 А – асинхронный;  
 Ф – с фазным ротором;  
 З – закрытое исполнение;  
 400 – мощность, кВт;  
 6 – напряжение, кВ;  
 10 – число полюсов;  
 УХЛ – климатическое исполнение;  
 1 – категория размещения.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	КПД, %	Масса, кг
ДАФЗ 400-6-10УХЛ1	400	6000	600	93,7	4580

## Синхронные электродвигатели переменного тока

### Синхронные двигатели трехфазного тока серии ДСЗ 21-го габарита

Предназначены для привода преобразовательных агрегатов главных приводов прокатных станов и предназначены для работы в закрытых помещениях с нормальной окружающей средой.

Исполнение – закрытое, с самовентиляцией, на фундаментной плите, с возможностью сдвига статора на длину ротора, с двумя фланцевыми концами вала для сопряжения с генераторами постоянного тока, на двух стояковых подшипниках скольжения с комбинированной (кольцевой и циркуляционной) смазкой.

Пуск – прямой, от полного напряжения сети. Возбуждение – от тиристорного устройства.

### Расшифровка обозначения двигателя типа ДСЗ-21-104-16М УХЛ4:

Д – двигатель;  
 С – синхронный;  
 З – закрытое исполнение;  
 21 – условное обозначение габарита;  
 104 – длина сердечника статора, см;  
 16 – число полюсов;  
 М – для металлургии;  
 УХЛ – климатическое исполнение;  
 4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Высота оси вращения, мм	КПД, %	Масса, кг
ДСЗ-21-74-16М УХЛ4	12500	6000	375	630	97,3	78 500
ДСЗ-21-104-16М УХЛ4	17500	6000	375	630	97,4	93 500



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Высота оси вращения, мм	КПД, %	Масса, кг
ДСЗ-21-104-16М УХЛ4	13300	10000	375	630	97,3	92300
ДСЗ-21-104-16М УХЛ4	17500	6000	375	800	97,4	101700
ДСЗ-21-104-16М УХЛ4	13300	10000	375	800	97,3	100600
ДСЗ-21-125-16М УХЛ4	17500	10000	375	800	97,5	113200
ДСЗ-21-168-16М УХЛ4	22000	10000	375	800	97,6	135000
ДСЗ-21-104-16М Т4	10000	11000	375	800	97,1	100000

### Синхронные двигатели серии ДСЗ

Предназначены для комплектации преобразовательных агрегатов с генераторами постоянного тока, а также для приводов рудоразмельных мельниц.

Исполнение – закрытое, с самовентилирующей, на подшипниках скольжения с комбинированной смазкой, с возможностью сдвига статора, с двумя фланцевыми концами вала.

Возбуждение – от отдельно стоящего возбуждательного устройства.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

Д – двигатель;

С – синхронный;

З – закрытый;

1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 6300, 8000, 11000 – мощность, кВт;

6, 10 – напряжение, кВ;

12, 16, 24, 40 – число полюсов;

УХЛ – климатическое исполнение;

4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Кэф-фициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ДСЗ 1600-10-24 УХЛ4	1600	10 000	250	0,9	94,00	23 800
ДСЗ 2000-6-40 УХЛ4	2000	6000	150	0,9	95,00	45 500
ДСЗ 2500-6-40 УХЛ4	2500	6000	150	0,9	95,89	51 500
ДСЗ 3150-6-40 УХЛ4	3150	6000	150	0,9	95,88	51 500
ДСЗ 4000-6-40 УХЛ4	4000	6000	150	0,9	95,7	57 100
ДСЗ 6300-6-16 УХЛ4	6300	6000	375	0,9	97,00	58 700
ДСЗ 8000-6-16 УХЛ4	8000	6000	375	0,9	97,15	66 600
ДСЗ 11000-10-12 УХЛ4	11 000	10 000	500	0,9	97,33	71 100



## Синхронные двигатели серии СДЗ-2 напряжением 6000 В

Предназначены для привода дисковых мельниц и других механизмов в целлюлозно-бумажной промышленности.  
Исполнение – закрытое, с самовентилирующей по замкнутому циклу через встроенный водяной воздухоохладитель.  
Возбуждение – от тиристорных возбуждающих устройств.

### Расшифровка обозначения двигателя типа СДЗ-2-315-1000 УЗ, ТЗ:

С – синхронный;  
Д – двигатель;  
З – закрытое исполнение;  
2 – модификация;  
315 – мощность, кВт;  
1000 – частота вращения, об/мин;  
У, Т – климатическое исполнение;  
З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса*, кг
СДЗ-2-250-1500 УЗ, ТЗ	250	1500	92,3	2950
СДЗ-2-630-1500 УЗ, ТЗ	630	1500	95,1	3700
СДЗ-2-800-1500 УЗ, ТЗ	800	1500	95,9	4040
СДЗ-2-1250-1500 УЗ, ТЗ	1250	1500	96,3	5510
СДЗ-2-315-1000 УЗ, ТЗ	315	1000	93,8	3100
СДЗ-2-400-1000 УЗ, ТЗ	400	1000	94,3	3450
СДЗ-2-630-1000 УЗ, ТЗ	630	1000	95,3	4250
СДЗ-2-1000-1000 УЗ, ТЗ	1000	1000	96,3	5200
СДЗ-2-315-750 УЗ, ТЗ	315	750	94,3	3270
СДЗ-2-500-750 УЗ, ТЗ	500	750	94,8	4270
СДЗ-2-630-750 УЗ, ТЗ	630	750	95,3	4650
СДЗ-2-400-600 УЗ, ТЗ	400	600	94,1	4340
СДЗ-2-500-600 УЗ, ТЗ	500	600	94,7	4690
СДЗ-2-420-500 УЗ, ТЗ	420	500	93,5	5000

\* Масса двигателей в исполнении, не предусматривающем место для установки трансформаторов тока.



## Синхронный двигатель типа ДС 2500-6-40 УХЛ4

Предназначен для привода рудоразмельных мельниц.

Исполнение: горизонтальное, на двух стоек подшипниках скольжения, с кольцевой смазкой, на фундаментной плите, с одним цилиндрическим концом вала.

Возбуждение: от отдельно стоящего тиристорного возбуждательного устройства ВТЕ-300/230 УХЛЗ.



### Расшифровка обозначения двигателя:

Д – двигатель;

С – синхронный;

2500 – мощность, кВт;

6 – напряжение, кВ;

40 – число полюсов;

УХЛ – климатическое исполнение;

4 – категория размещения по ГОСТ 15150.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ДС 2500-6-40 УХЛ4	2500	6000	150	0,9	95,5	25 000

## Электродвигатели переменного тока для частотно-регулируемого привода бурового станка СБШ-250

**Двигатель АДВ-90** – предназначен для привода вращателя переменного тока бурового станка.

### Расшифровка обозначения двигателя:

АДВ – асинхронный двигатель вращателя;

90 – номинальная мощность, кВт.

Число фаз – 6. Схема соединений ~

две звезды со сдвигом 30 эл. град.

Степень защиты двигателя – IP23.

Способ охлаждения – самовентилиация.

Климатическое исполнение У1 или Т1.

Исполнение по способу монтажа – IM2001.

**Двигатель АДД-45** – двигатель хода бурового станка.

### Расшифровка обозначения двигателя:

АДД – асинхронный двигатель движения;

45 – номинальная мощность, кВт.

Степень защиты двигателя – IP44.

Число фаз – 3.

Способ охлаждения – самовентилиация.

Климатическое исполнение У1 или Т1.

Исполнение по способу монтажа –

вертикально-фланцевое с одним коническим концом вала IM4013.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
АДВ-90	90	380	1500	92,0	750
АДД-45	45	380	1000	92,0	506



## Электродвигатели постоянного тока

Предназначены для приводов прокатных станков, шахтно-подъемных машин, экскаваторов, судовых машин и ряда других механизмов.

Для металлургической и горнодобывающей промышленности изготавливаются одноякорные двигатели мощностью до 14 000 кВт, а также двухъякорные двигатели мощностью до 25 000 кВт.

Электрические машины постоянного тока поставляются в экспортном варианте

### Расшифровка обозначений двигателей и генераторов:

2 – двухъякорное исполнение;

М – машина;

Г – генератор;

П – постоянного тока;

В – вертикального исполнения;

С – установка на существующий фундамент или скиповый подъем (см. табл. 1);

К – эксплуатируется для привода компрессора;

для стран с умеренным и тропическим климатом.

Изготавливаются в соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014.

Кроме машин, указанных в каталоге, принимаются заказы на разработку и изготовление двигателей мощностью до 25 000 кВт.

Э – комплектует оборудование экскаватора;

Первая цифра – мощность, кВт;

Вторая цифра – частота вращения, об/мин;

У, Т, УХЛ, ОМ – климатическое исполнение;

2, 3, 4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69;

М – модернизация.

## Двигатели постоянного тока единичного производства

Предназначены для привода механизмов, работа которых требует регулирования частоты вращения в широких пределах, частых реверсов и сопровождается большими кратковременными перегрузками по току при условии, что среднеквадратичный ток не будет превышать номинальный.

Предназначены для работы в нормальной окружающей среде с температурой воздуха +5...+40 °С. Возбуждение – независимое. Вентиляция – принудительная.

Двигатели могут выполняться с пристроенными тахогенераторами, реле скорости и датчиками импульсов.

Питание – от статического преобразователя или от преобразовательного агрегата.

По требованию заказчика двигатели могут быть изготовлены и в другом исполнении.



## Двигатели для скипового подъема

Предназначены для привода механизмов шахтных подъемников, доменных печей.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 710-950 ТЗ*	430	330	685	7100	140
	270	230	470		
МПС 710-950 УХЛ4*	710	475	950	7100	140
	580	400	950		
	550	375	750		
	480	330	685		
МП 2000-60 УЗ	2000	930	60	73 500	20 500
МП 5000-50 УЗ	5000	930	50	142 100	50 000

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»

## Двигатели для трубoproкатных станoв

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МП 1600-400 УЗ	1600	700	400/850/1000	17 500	650
МПС 3200-410 УЗ	3200	930	410/515	33 600	4600
МПС 4000-120 УЗ	4000	700	120	108 340	62 000
МП 4000-350 УЗ	4000/3000	930	350/600	46 700	5100
МП 4500-320 УЗ	4500	750	320/540	57 600	12 000
МП 6500-65 УЗ	6500/5500	700	65/150	162 300	52 600

## Двигатели для прокатных станoв и специальные

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 900-400 УЗ	900	750	400/750	11 350	420
МПС 1600-500 УЗ	1600	750	500/1000	13 470	585
2МП 2000-315 УЗ	2×1000	440	315/800	27 200	910
МПС 2000-450 УХЛ4	2000	750	450/500	17 300	1010
МПС 3000-100 УЗ	3000	930	100/230	71 000	18 000
МПС 3750-330 УЗ	3750	930	330/600	33 750	4700



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МП 4000-40 УЗ	4000	930	40/80	155 000	57 000
МП 4200-40 УЗ	4200	930	40/63	148 700	57 000
2МП 5000-200 УЗ	2×2500	750	200/400	77 170	11 510
МП 6300-32 УЗ	6300	930	32/80	216 000	115 000
МП 9000-63 УЗ	9000	930	63/90	182 000	65 000
МП 12500-63 УЗ	12 500	900	63/80	232 000	115 000
МП 14000-63 УЗ	14 000	930	63/90	232 000	128 000
МПВ 1600-50 УЗ	1600	750	50/60	62 000	8700

### Машины во взрывозащищенном исполнении

Применяются для привода механизмов, предназначены для работы при температуре +5...+40 °С в загрязненной окружающей среде, содержащей химически активные элементы.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПК 1400-315 УЗ	1400	600	315	14 000	550

### Двигатели постоянного тока единичного производства

Применяются для привода черновой группы клетей сортовой линии стана «250» металлургического комбината. Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +1...+45 °С. Двигатели – неререверсивные, направление вращения левое; режим работы – продолжительный. Двигатели изготавливаются с замкнутой воздушно-водяной системой вентиляции.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина; П – постоянного тока; первая группа цифр – мощность, кВт; вторая группа цифр – частота вращения, об/мин; У – климатическое исполнение; 3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МП 800-315 УЗ	800	600	315/650	12 200	174

**Двигатели для привода нажимных устройств клетки «Кварто» стана «2800»**

Применяются для привода нажимных устройств клетки «Кварто» стана «2800» металлургического комбината.

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +1...+40 °С.

Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный.

С принудительной вентиляцией от постоянного вентилятора.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;

П – постоянного тока;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69;

М – модернизированная.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПВ 132-450 У3-М	132	440	450/2000	2900	12,6

**Двигатели для привода скиповой лебедки и лебедки управления конусами\***

Предназначены для привода скиповой лебедки и лебедки управления конусами. Двигатели – реверсивные; режимы работы – продолжительный S1 для привода скиповой лебедки и повторно-кратковременный S3 (ПВ) 25% для приводов лебедок управления конусами.

С принудительной вентиляцией от вентилятора типа «наездник».

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина; П – постоянного тока;

Э – «Электросила»;

Т – климатическое исполнение;

2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69;

ЛС – привод скиповой лебедки;

ЛК – привод лебедки управления конусами.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ 350-900 ЛС Т2	160	300	620/920	3535	16,6
МПЭ 350-900 ЛК Т2	150	440/220	1000	3535	16,6

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»



### Двигатели для привода металлургических кранов\*

Двигатели предназначены для привода механизма главного подъема литейных кранов грузоподъемностью до 500 т. Литейные краны предназначены для обслуживания конвертерных и электросталеплавильных цехов металлургических предприятий и рассчитаны на тяжелый

режим работы, который включает высокие, связанные с технологией производства, статические, динамические, ударные и тепловые нагрузки (при температуре окружающей среды до 80 °С), повышенную запыленность.



М – машина;  
П – постоянного тока;  
Э – «Электросила»;

У – климатическое исполнение;  
З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ 450-900	300	440	960-1300	4200	30,0
МПЭ 450-900				4005	

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»

### Двигатели для привода дрессировочного стана

Применяются для привода механизма дрессировочного стана металлургического комбината. Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +1...+45 °С. Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный. С принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;  
П – постоянного тока;  
С – специальная;  
первая группа цифр – мощность, кВт;  
вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
У – климатическое исполнение;  
З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 750-450 УЗ	750	440	450/1250	8100	134

**Двигатели для главного привода проволочного стана**

Применяются для работы в главном приводе проволочного стана.

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +5...+40 °С.

Двигатели – неререверсивные, направленные вращения – правое, если смотреть со стороны рабочего конца вала; режим работы – продолжительный.

С принудительной вентиляцией от постоянного вентилятора.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;

П – постоянного тока;

В – вертикальная; С – специальная;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПВС 275-800 УЗ	275	600	800/1600	3400	15,1

**Двигатели для привода летучих ножниц**

Применяются для работы в главном приводе проволочного стана металлургического комбината.

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +5...+40 °С.

Двигатели – неререверсивные, направленные вращения правое; режим работы – продолжительный.

С принудительной вентиляцией от постоянного вентилятора.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;

П – постоянного тока;

С – специальная;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

З – категория размещения по ГОСТ 15150-69;

М – модернизированная.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 220-515 УЗ	220	220	515	4235	7,7

**Двигатели для летучих ножниц**

Предназначены для привода летучих ножниц.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МП 1000-90 УЗ	630	440	63/90	32 750	1650
	1000	600	90/150		
МП 630-63 УЗ	630	440	63/90	33 150	1650
МП 2000-40 УЗ	2000	850	40	106 300	21 500
	2200	930	44		



### Двигатели для валков вертикальной клетки прокатного стана

Применяются для привода вертикальной клетки прокатного стана металлургического комбината.

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +1...+45 °С.

Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный.

С принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;

В – вертикальная;

первая группа цифр (450) – высота оси вращения;

вторая группа цифр – условная длина магнитопровода и количество щеток на коллекторе;

третья группа цифр – мощность, кВт;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4ПВ-450-28-500 У3	500	440	800/1000	4660	37,3

### Двигатели для привода механизма чистовых клетей проволочно-штрипсового стана 250-2

Применяются для привода механизма чистовых клетей проволочно-штрипсового стана металлургического комбината.

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +5...+40 °С.

Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный.

С принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;

П – постоянного тока;

В – вертикальная; С – специальная;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПВС 250-1100 У3	250	600	1100/2500	3100	13,6



### Двигатели для главного привода колесопрокатного стана

Применяются для главного привода колесопрокатного стана металлургического комбината. Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +5...+40 °С.

Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный.

С принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;

П – постоянного тока;

С – специальная;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 750-700 УЗ	750	600	700/1000	6300	40

### Двигатели для стана горячей прокатки металлургического комбината

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +1...+40 °С.

Двигатели – неревверсивные; режим работы – S6 40%.

С принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора по разомкнутому циклу.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;

П – постоянного тока;

С – на старый фундамент;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 4200-150 УЗ	4200	825	150/300	67 500	34 400
МПС 4200-100 УЗ	4200	825	100/200	75 600	32 300

### Двигатели для привода шахтной клетевой подъемной установки

Предназначены для работы при температуре окружающего воздуха +5...+40 °С.

Двигатели – реверсивные; режим работы – S8.

С принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора по разомкнутому циклу.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;

П – постоянного тока;

С – на старый фундамент;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПС 1100-46 У4	1100	500	46	47 600	10 900
МП 5500-63 У4	5500	930	63	126 200	65 200

### Двигатели постоянного тока серии 4П\*

Предназначены для привода механизмов, работа которых требует регулирования частоты вращения в широких пределах (от нуля до номинальной частоты вращения регулирование осуществляется напряжением, а от номинальной до максимальной частоты – током возбуждения). Допускаются частые кратковременные перегрузки по току при условии, что среднеквадратичный ток не будет превышать номинальный.

Предназначены для работы в нормальной окружающей среде с температурой воздуха +1...+40 °С. Климатическое исполнение УЗ и ТЗ.

Выполняются на щитовых подшипниках качения с консистентной смазкой. Имеют принудительную вентиляцию от постороннего вентилятора, не входящего в поставку предприятия-изготовителя, либо поставляются с вентилятором типа «наездник».

По требованию заказчика двигатели могут комплектоваться тахогенератором, реле скорости и датчиком импульсов. Расположение коробки выводов и место выхода охлаждающего воздуха оговариваются при заказе. Возбуждение – независимое. Падение напряжения на обмотке возбуждения и ток возбуждения согласовываются при заказе.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;  
 первая группа цифр (355, 450) – высота оси вращения;  
 вторая группа цифр – условная длина магнитопровода и количество щеток на коллекторе;  
 третья группа цифр – мощность, кВт;  
 У – климатическое исполнение;  
 З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4П-355-13-132 УЗ	132	440	450/2000	2220	12,7
4П-355-23-132 УЗ			355/2000	2470	13,9
4П-355-33-132 УЗ			280/1800	2760	15,8
4П-355-43-132 УЗ			224/1500	3160	18,0
4П-355-15-200 УЗ	200	440	630/2000	2260	13,5
4П-355-25-200 УЗ			500/2000	2480	14,7
4П-355-35-200 УЗ			400/1800	2830	16,5
4П-355-45-200 УЗ			315/1500	3230	18,8
4П-355-15-250 УЗ	250	440	800/2000	2270	13,5
4П-355-25-250 УЗ			630/2000	2470	14,7
4П-355-35-250 УЗ			500/1800	2830	16,5
4П-355-45-250 УЗ			400/1500	3240	18,8

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4П-355-15-355 У3	355	440	1120/2000	2280	13,5
4П-355-25-355 У3			900/2000	2510	14,7
4П-355-35-355 У3			750/1800	2830	16,5
4П-355-45-355 У3			600/1500	3230	18,8
4П-355-13-132 У3	200	600	630/2000	2220	12,7
4П-355-23-132 У3			500/2000	2470	13,9
4П-355-33-132 У3			400/1800	2760	15,8
4П-355-43-132 У3			315/1500	3160	18,0
4П-355-15-200 У3	280	600	900/2000	2260	13,5
4П-355-25-200 У3			710/2000	2480	14,7
4П-355-35-200 У3			560/1800	2830	16,5
4П-355-45-200 У3			450/1500	3230	18,8
4П-355-15-355 У3	500	600	1600/2000	2280	13,5
4П-355-25-355 У3			1250/2000	2510	14,7
4П-355-35-355 У3			1000/1800	2830	16,5
4П-355-45-355 У3			800/1500	3230	18,8
4П-355-13-132 У3	250	750	800/2000	2220	12,7
4П-355-23-132 У3			630/2000	2470	13,9
4П-355-33-132 У3			500/1800	2760	15,8
4П-355-43-132 У3			400/1500	3160	18,0
4П-355-15-355 У3	630	750	2000	2280	13,5
4П-355-25-355 У3			1600/2000	2510	14,7
4П-355-35-355 У3			1250/1800	2830	16,5
4П-355-45-355 У3			1000/1500	3230	18,8
4П-450-16-500 У3	355	440	600/1800	3850	32,0
4П-450-26-500 У3			355/1400	4800	39,0
4П-450-36-500 У3			355/1000	6400	51,0
4П-450-16-630 У3	450	440	710/1800	3850	32,0
4П-450-26-630 У3			450/1400	4800	39,0
4П-450-36-630 У3			300/1000	6400	51,0
4П-450-18-800 У3	560	440	900/1800	3850	33,0
4П-450-28-800 У3			560/1400	4800	41,0
4П-450-38-800 У3			375/1000	6400	52,0
4П-450-16-500 У3	500	600	800/1800	3850	32,0
4П-450-26-500 У3			500/1400	4800	39,0
4П-450-36-500 У3			315/1000	6400	51,0



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4П-450-16-630 УЗ	630	600	1000/1800	3850	32,0
4П-450-26-630 УЗ			630/1400	4800	39,0
4П-450-36-630 УЗ			400/1000	6400	51,0
4П-450-18-800 УЗ	800	600	1250/1800	3850	33,0
4П-450-28-800 УЗ			800/1400	4800	41,0
4П-450-38-800 УЗ			500/1000	6400	52,0
4П-450-16-500 УЗ	630	750	1000/1800	3850	32,0
4П-450-26-500 УЗ			630/1400	4800	39,0
4П-450-36-500 УЗ			400/1000	6400	51,0
4П-450-16-630 УЗ	710	750	1250/1800	3850	32,0
4П-450-26-630 УЗ			800/1400	4800	39,0
4П-450-36-630 УЗ			500/1000	6400	51,0
4П-450-16-500 УЗ	800	930	1250/1800	3850	32,0
4П-450-26-500 УЗ			800/1400	4800	39,0
4П-450-36-500 УЗ			500/1000	6400	51,0
4П-450-36-630 УЗ	1000	930	630/1000	6400	51,0

### Двигатели постоянного тока для буровых установок

Применяются для привода механизмов плавучих и стационарных буровых установок и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха  $-40...+45^{\circ}\text{C}$ .

Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный.

Изготавливаются с принудительной вентиляцией как от постороннего вентилятора, так и от вентилятора типа «наездник».

### Двигатели постоянного тока для привода бурового станка СБШ-270\*

Применяются для привода механизмов подачи, хода и вращения бурового станка СБШ-270 и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха  $-45...+40^{\circ}\text{C}$ .

Двигатели – реверсивные.

Возбуждение – независимое.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;

П – постоянного тока;

Б – буровая;

В – вертикальная;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

УХЛ – климатическое исполнение;

1 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПБ 30-600 УХЛ1	35	220	600	905	1,4
МПБ 65-1200 УХЛ1	65	440	1200	845	1,4
МПВБ 105-1120 УХЛ1	105/100	440	1120/1500	1550	5,6

### Двигатели постоянного тока для буровых установок взрывозащищенные на базе серии 4П\*

Применяются для привода механизмов ротора и буровых, цементировочных насосов стационарных буровых установок и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха  $-40...+45$  °С. Двигатели – реверсивные; режим работы – продолжительный. Изготавливаются с принудительной вентиляцией от постороннего вентилятора.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;  
 П – продуваемая под давлением;  
 первая группа цифр (355, 450) – высота оси вращения;  
 вторая группа цифр – мощность, кВт;  
 УХЛ, ОМ – климатическое исполнение;  
 1, 2, 3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4ПП 355-200 УХЛ2	355	440	500/1500	2700	14,7
4ПП-355-630 УХЛ3	630	800	1100/1500	3250	18,8
	350	440	600/1500		

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4ПП-450-630-УХЛ2	630/560	800	1000/1600	4000	34,0
4ПП 450 28 ОМ2, УХЛ2	1000	800	1000/1250	4960	41,0
	800	800	1500		

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»



### Двигатели постоянного тока для привода вертлюгов буровых установок взрывозащищенные на базе серии 4П

Применяются для привода вертлюгов стационарных буровых установок и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха  $-40...+45^{\circ}\text{C}$ .  
Двигатели – реверсивные;  
режим работы – продолжительный.  
Двигатели с замкнутой системой вентиляции.

#### Расшифровка обозначения двигателей

4П – обозначение серии;  
В – вертикальная;  
первая группа цифр (355, 450) – высота оси вращения;  
вторая группа цифр – мощность, кВт;



УХЛ – климатическое исполнение;  
1 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$
4ПВ-355-350 УХЛ1	350	440	1200/2500	2800	18,8
4ПВ-450-750 УХЛ1	750	800	1000/1500	5100	34,0

### Двигатели постоянного тока для привода механизмов морских буровых установок с замкнутой системой вентиляции на базе серии 4П

Применяются для привода механизмов морских буровых установок и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха  $-40...+45^{\circ}\text{C}$ .  
Двигатели – реверсивные;  
режим работы – продолжительный.  
Двигатели с замкнутой системой вентиляции.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;  
М – с замкнутой системой вентиляции;  
первая группа цифр (450) – высота оси вращения;  
вторая группа цифр – мощность, кВт;  
ОМ – климатическое исполнение;  
2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$
4ПМ-450-710 ОМ2	750/710	800	1000/1500	5170	34,0
4ПМ-450-1000 ОМ2	1000/800	800	1000/1500	5790	41,0



### Двигатели постоянного тока для привода механизмов стационарных буровых установок на базе серии 4П\*

Применяются для привода различных механизмов стационарных буровых установок и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха –40...+45 °С.

Двигатели – реверсивные;  
режим работы – продолжительный.  
Двигатели с замкнутой системой вентиляции.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;  
Б – буровая;  
С – специальная;  
первая группа цифр (450) – высота оси вращения;



вторая группа цифр – мощность, кВт;  
У, УХЛ – климатическое исполнение;  
1, 2, 3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4ПБ 355-35-250-У1	250	440	500/1800	2840	16,5
4ПС-355-355 УХЛ2	355	440	600/1500	3400	18,8
4ПС-450-630 УХЛ2	630/560	800	1000/1600	4250	34,0
4ПБ-450-750 УХЛ3	750	800	650/1300	6120	45,0
4ПС-450-750 УХЛ2	750/710	800	1000/1500	4700	34,0
4ПС-450-1000 УХЛ2	1000/800	800	1000/1500	5150	41,0

### Двигатели постоянного тока для привода механизмов стационарных буровых установок\*

Применяются для привода регулятора подачи долота и для вспомогательных механизмов стационарных буровых установок и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха –40...+45 °С.

Двигатели – реверсивные;  
режим работы – продолжительный.  
Двигатели с замкнутой системой вентиляции.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;  
П – постоянного тока;  
Б – буровая;  
первая группа цифр – мощность, кВт;  
вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
УХЛ – климатическое исполнение;  
2, 3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПБ 65-1000 УХЛ3	65	440	1000/2000	1100	1,7
МПБ 90-1000 УХЛ2	90	440	1000	1100	1,6



### Двигатели постоянного тока для привода якорных лебедок полупогружной буровой платформы\*

Применяются для привода якорных лебедок полупогружной буровой платформы и предназначены для работы при температуре окружающего воздуха  $-40...+45^{\circ}\text{C}$ .  
Двигатели – реверсивные;  
режим работы – продолжительный.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

Д – двигатель;  
Р – морской регистр;  
Б – буровая;  
500 – мощность, кВт;  
ОМ – климатическое исполнение;  
1 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$
ДРБ-500 ОМ1	500	440	1000/2000	4000	30,0

\* изготовитель – «Силовые машины – завод Реостат»

### Двигатели постоянного тока с замкнутой системой вентиляции для прокатных станов на базе серии 4П

Применяются для привода механизмов прокатных станов, предназначены для работы при температуре  $+5...40^{\circ}\text{C}$  в загрязненной окружающей среде, содержащей химически активные элементы.  
С замкнутой системой вентиляции.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;  
М – с замкнутой системой вентиляции  
первая группа цифр (450) – высота оси вращения;  
вторая группа цифр – мощность, кВт;  
У – климатическое исполнение;  
3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$
4ПМ-355-15-250 У3	250	440	800/2000	3055	13,5
4ПМ-355-15-355 У3	355	440	1120/2000	3070	13,5
4ПМ-355-25-355 У3	355	440	900/1800	3200	14,7
4ПМ-355-35-355 У3	355	440	750/1800	3600	16,5
4ПМ-355-45-355 У3	355	440	600/1500	3970	18,8
4ПМ-410-1200-У3	410	640	1200	3640	16,5
4ПМ-450-36-630-У3	630	600	400/1000	7100	51,0
4ПМ-450-38-800-У3	800	600	500/1000	7100	51,0



### Двигатели постоянного тока с замкнутой системой вентиляции для резиномесителей на базе машин 17 габарита

Применяются для привода резиномесителей шинных заводов, предназначены для работы при температуре +5...40°C в загрязненной окружающей среде, содержащей химически активные элементы.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;

П – постоянного тока;

К – подшипники качения;

С – подшипники скольжения;

первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;

У – климатическое исполнение;

2, 3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПК 1500-1000 У2	1500	1000	1000	13 070	375
МПС 1500-800 У3	1500	750	800/1000	13 000	375
МПС 1900-1000 У3*	1900	950	1000	12 700	375
МПС 2000-1000 У3	2000	1000	1000	12 690	375

\* Взрывозащищенная.

### Двигатели постоянного тока с замкнутой системой вентиляции для резиномесителей на базе серии 4П

Применяются для привода резиномесителей шинных заводов, предназначены для работы при температуре +5...+40 °С в загрязненной окружающей среде, содержащей химически активные элементы.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

4П – обозначение серии;

М – с замкнутой системой вентиляции;

первая группа цифр (450) –

высота оси вращения;

вторая группа цифр – мощность, кВт;

У – климатическое исполнение;

3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
4ПМ-450-1000 У3-1	1000/800	800	1000/1500	5790	41,0



## ТИРИСТОРНЫЕ ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА

### Завод «Электросила»

Тиристорные пусковые устройства (ТПУ) ПУ-6-08Р УХЛ4 и ПУ-6-03Р УХЛ4 предназначены для запуска в работу одного или поочередно двух газотурбогенераторных агрегатов в парогазовых установках, для реализации других технологических режимов работы систем (прокрутка, валоповорот, проветривание, торможение агрегатов), для пуска синхронных двигателей в электроприводах рудоразмольных мельниц, а также для пуска асинхронизированных компенсаторов. В системах используются синхронные машины с датчиками положения ротора и без датчиков.

Сглаживающие реакторы используются во всех случаях. Токоограничивающие реакторы используются в зависимости от структуры и назначения системы.

Микропроцессорная система управления ТПУ обеспечивает связь с АСУ «верхнего» уровня, системами возбуждения, входным и выходным высоковольтными выключателями, контролирует параметры работы ТПУ, осуществляет управление тиристорами силовых шкафов ТПУ, принимает сигналы с трансформаторов тока и напряжения, установленных на питающих шинах ТПУ для построения соответствующих защит.

#### Состав ТПУ:

- шкаф силовой выпрямительный;
- шкаф силовой инверторный;
- шкаф управления;
- сглаживающий реактор;
- токоограничивающий реактор.

Параметры и варианты исполнения тиристорных пусковых устройств

	ПУ-6-08	ПУ-6-03
Номинальное входное напряжение, В	6000	6000
Номинальная частота входных токов, Гц	50	50
Номинальный входной фазный ток, А	800	500
Частота выходного тока, Гц	0–52	0–52
Номинальный выходной фазный ток, А	800	500

Массогабаритные характеристики оборудования

	Масса, кг	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
Шкаф силовой	1700	2400	1000	2900
Шкаф управления	300	800	1000	2200
Реактор сглаживающий	2150	1200	1000	2350
Реактор токоограничивающий	840	1170	755	1975



# ШКАФ ТИРИСТОРНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ВТЕ-300-400 УХЛ4

## Завод «Электросила»

Шкаф тиристорного возбудителя синхронного двигателя ВТЕ-300-400 УХЛ 4 предназначен для управления возбуждением синхронного двигателя (СД) с номинальным током ротора до 300 А и напряжением на роторе до 400 В.

Возбудитель обеспечивает регулирование тока возбуждения СД в автоматическом и параметрическом (ручном) режимах.

В автоматическом режиме регулирование тока возбуждения осуществляется в функции поддержания заданного значения  $\cos \phi$ . В параметрическом режиме ВТЕ 300 осуществляет поддержание заданного тока: минимального – при отсутствии нагрузки, номинального – в рабочем режиме.

Система возбуждения на базе ВТЕ-300-400 УХЛ 4 в комплекте с разделительным трансформатором и разрядным сопротивлением обеспечивает:

- прямой (реакторный) пуск СД с автоматической подачей тока возбуждения после разгона его до подсинхронной скорости;

- частотный пуск СД – под управлением тиристорного пускового устройства;
- ограничение времени пуска двигателя (защита СД от неуспешного пуска);
- регулирование тока возбуждения СД от нуля до номинального значения;
- поддержание тока возбуждения СД в рабочем режиме на заданном уровне;
- уменьшение тока возбуждения (ослабление поля) при работе СД без нагрузки;
- максимальнотокую защиту от коротких замыканий в цепи обмотки возбуждения СД;
- защиту силовых тиристоров от пере-напряжения в процессе запуска СД.



### Технические характеристики

Наименование параметра	Значение или характеристика параметра
Род питающего силового напряжения	3×380 В, 50 Гц
Постоянное напряжение на выходе возбудителя, В	От 0 до 400
Выпрямленный ток на выходе возбудителя, А – номинальный – максимальный	300 450
Схема силовой части возбудителя	Трехфазная мостовая, полностью управляемая
Род входного питающего напряжения цепей собственных нужд	3×380 В, 50 Гц
Мощность питания цепей собственных нужд, ВА	700
Охлаждение возбудителя	Естественное воздушное
Габаритные размеры, мм	800×800×2200
Масса, кг	470
<b>Нормальная работа возбудителя обеспечивается при следующих условиях эксплуатации:</b>	
рабочая температура окружающей среды, °С	от +1 до +35
предельная температура, °С	от –1 до +40
влажность воздуха при температуре 25 °С, %	80
рабочее положение возбудителя	вертикальное, с отклонением в пределах ±12°



# КОМПЛЕКТНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ ТРАП-550

## Завод «Электросила»

Электропривод ТРАП-550 предназначен для работы с питательным насосом паротурбинной установки, а также для других исполнительных механизмов.

### Основные характеристики

Преобразователь частоты электропривода ТРАП-550 выполнен на IGBT-транзисторах и обеспечивает плавное нарастание частоты вращения электродвигателя при пуске и плавное регулирование частоты вращения без рекуперации энергии в питающую сеть. Диапазон регулирования частоты вращения от 0 до 3100 об/мин с моментом, изменяющимся по винтовой характеристике. Останов электродвигателя возможен с заданным темпом торможения или самовыбегом. Электропривод имеет систему диагностирования, обеспечивающую его надежную работу. При срабатывании защиты производится отключение преобразователя с выдачей обобщенного сигнала и возможностью диагностирования вида



Микропроцессорная система управления преобразователем ТРПЧ

отказа. Управление электродвигателем возможно как с местного поста управления, расположенного на преобразователе, так и дистанционно аналоговыми сигналами и сухими контактами.

### Система управления

Учитывая требование глубокого регулирования и хорошей формы фазных токов, схема «преобразователь частоты асинхронный двигатель» ПЧ АД построена на основе инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией. В микропроцессорную систему управления электроприводом заложены принципы векторного управления двигателем. Индикаторная панель пульта управления преобразователя оснащена табло с возможностью отображения параметров электропривода, в том числе частоты вращения двигателя. Связь с системой управления верхнего уровня осуществляется по интерфейсу RS485. Для этого в преобразователь встроен конвертер (RS-232 в RS-422/RS-485) с гальванической развязкой.



Силовая часть преобразователя ТРПЧ

Охлаждение преобразователя – принудительное воздушное от встроенных вентиляторов, частота вращения которых зависит от степени нагрева силовых элементов.



### Система диагностики

Для удобного управления и контроля электропривод комплектуется программой «Монитор», которая предназначена для:

- отображения информации о состоянии электропривода;
- выбора режимов управления электроприводом;
- настройки электропривода;
- получения осциллограмм аварий от КУИ (контроллера управления и индикации) для вывода на графики, анализа полученных графиков;
- вывода на графики переменных, полученных от электропривода, вывода на графики осциллограмм, полученных от электропривода; доступа к массиву аварийных событий и вывод массива на экран.



Преобразователь ТРПЧ-600-0,68/0,52

Технические характеристики преобразователя частоты

Наименование параметра	Величина
Максимальная полная потребляемая мощность, кВА	600
Число фаз питающей сети	3
Номинальное напряжение питания, В	682
Частота напряжения питания, Гц	50
Номинальная мощность на валу приводного двигателя, кВт	550
Выходное напряжение (на статоре двигателя), В	0–520
Выходная частота (на статоре двигателя), Гц	0–104
Коэффициент полезного действия, %	95,0
Точность поддержания частоты вращения ротора электродвигателя, %	1

Массо-габаритные характеристики

Оборудование	Габариты, мм	Масса, кг
Преобразователь	2180×2210×820	1750
Двигатель	1760×1035×820	2380



# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ С ДИЗЕЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

## Завод «Электросила»

### Синхронный генератор типа ГСС-2000-750М ОМ4

Предназначен для работы в составе дизель-электрических станций на морских буровых установках.

Удовлетворяет требованиям Правил Российского морского регистра судоходства. Исполнение – горизонтальное, с самовентиляцией по замкнутому циклу, на двух подшипниках скольжения, с фланцевым рабочим концом вала для сочленения с дизелем.

Возбуждение – статическое по принципу амплитудно-фазового компаундирования.

#### Расшифровка обозначения генератора:

Г – генератор;  
С – синхронный;  
С – статическая система возбуждения;  
2000 – мощность, кВт;  
750 – частота вращения, об/мин;  
М – модификация с пристроенными воздухоохладителями;  
ОМ – климатическое исполнение;  
4 – категория размещения по ГОСТ 15150-069.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ГСС-2000-750М ОМ4	2000	690	750	0,8	96,1	14 500

### Синхронные генераторы переменного тока для стационарных и передвижных дизель-электрических станций

#### Синхронные генераторы типов ГСБ-1000-1500 У2, ГСБФ-1000-1500 У2 и СГ-1250-1500 У2

Предназначены для работы в составе передвижных дизель-электрических станций. Допускают циклическую работу в режиме сварки.

Исполнение генератора типа ГСБ-1000-1500 У2 – горизонтальное, на двух подшипниках качения, с самовентиляцией по разомкнутому циклу.

Исполнение генератора типа ГСБФ-1000-1500 У2 – горизонтальное, на двух подшипниках качения, с фланцем на подшипниковом щите, с самовентиляцией по разомкнутому циклу.

Исполнение генератора типа СГ-1250-1500 У2 – горизонтальное, на двух подшипниках скольжения, защищенное, с самовентиляцией по разомкнутому циклу.

Возбуждение генераторов типов ГСБ-1000-1500 У2 и ГСБФ-1000-1500 У2 –

бесщеточное, от синхронного возбудителя через вращающийся диодный выпрямитель.

Возбуждение генератора СГ-1250-1500 У2 – от статической системы по принципу самовозбуждения, с автоматическим регулированием напряжения.

#### Расшифровка обозначения генератора:

Г – генератор;  
С – синхронный;  
Б – бесщеточный;  
Ф – фланцевый;  
1000 – мощность, кВт;  
1500 – частота вращения, об/мин;  
У – климатическое исполнение;  
2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.



Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ГСБФ-1000-1500 У2	1000	400	50	1500	0,8	94,5	4800
ГСБ-1000-1500 У2	1000	400	50	1500	0,8	94,5	4500
СГ-1250-1500 У2	1000	400	50	1500	0,8	95,2	4980

### Синхронные генераторы типа СБГД-5000-11,4-6 ТЗ и СБГД 3100-10,5-6 ТЗ

Предназначены для работы в составе стационарных дизель-электрических станций в странах с тропическим климатом.

Генератор СБГД 3100-10,5-6 ТЗ используется на АЭС и отвечает требованиям ОПБ 88/99 и относится к классу безопасности 2О.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках скольжения, с фланцевым рабочим концом вала, с самовентиляцией по замкнутому циклу при помощи воздухоохлаждателей, расположенных под генератором в фундаментной яме. Возбуждение – бесщеточное, от обращенного синхронного возбудителя через вращающийся полупроводниковый преобразователь.



#### Расшифровка обозначения генератора:

- С – синхронный;
- Б – бесщеточный;
- Г – генератор;
- Д – дизельный;
- 3100 и 5000 – мощность, кВт; 10,5 и 11,4 – напряжение, кВ; 6 – число полюсов;
- Т – климатическое исполнение;
- З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
СБГД-5000-11,4-6 ТЗ	5000	11 400	60	1200	0,8	95,9	23 400
СБГД-3100-10,5-6 ТЗ	3100	10 500	50	1000	0,8	96,1	23 200

### Синхронные генераторы типов СБГД-6300-6, СБГД-5600-6 и СБГД-4000-6

Предназначены для работы в составе стационарных дизель-электрических станций, используемых в качестве основных, резервных или аварийных источников питания потребителей. Эксплуатируются в том числе на атомных электростанциях. Генераторы, используемые для АЭС, отвечают требованиям ОПБ 88/97 и относятся к классу безопасности 2О.

Исполнение – горизонтальное, с самовентиляцией через воздухоохлаждатели

по замкнутому (для СБГД-6300 и СБГД-5600, СБГД-4000 с частотой 60 Гц) и разомкнутому (для СБГД-4000 с частотой 50 Гц) циклам, на двух подшипниках скольжения с фланцевым рабочим концом вала.

Возбуждение – бесщеточное, от обращенного синхронного возбудителя через вращающийся полупроводниковый преобразователь.



### Расшифровка обозначения генераторов:

С – синхронный;  
Б – бесщеточный;  
Г – генератор;  
Д – дизельный;  
4000, 5600, 6300 – мощность, кВт;

6,3; 10,5; 11,0 – напряжение, кВ;  
6 – число полюсов; М – модификация;  
1, 2, 3 – номер модификации;  
У, Т – климатическое исполнение;  
3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Кэф-фициент мощно-сти	КПД, %	Масса*, кг
СБГД-4000-6 ТЗ	4000	6300	60	1200	0,8	96,6	21 200
СБГД-6300-6,3-6М УЗ	6300	6300	50	1000	0,8	97,1	27 700
СБГД-6300-6,3-6М1 УЗ	6300	6300	50	1000	0,8	97,1	27 700
СБГД-6300-6,3-6М2 УЗ	6300	6300	50	1000	0,8	97,1	28 150
СБГД-6300-6,3-6М3 УЗ	6300	6300	50	1000	0,8	97,1	28 150
СБГД-5600-6,3-6М1 ТЗ	5600	6300	50	1000	0,8	97,1	27 700
СБГД-5600-6,3-6М2 ТЗ	5600	6300	50	1000	0,8	97,1	28 150
СБГД-6300-10,5-6М УЗ	6300	10 500	50	1000	0,8	96,9	28 000
СБГД-5600-11,0-6М ТЗ	5600	11 000	50	1000	0,8	96,8	28 000
СБГД-4000-6,3-6 УЗ	4000	6300	50	1000	0,8	96,2	23 400
СБГД-4000-6,3-6 ТЗ	4000	6300	50	1000	0,8	96,2	23 400
СБГД-4000-10,5-6 УЗ	4000	10 500	50	1000	0,8	96,0	23 200
СБГД-4000-11,0-6 ТЗ **	4000	11 000	50	1000	0,8	96,0	23 200

\* Без воздухоохладителей и фундаментной плиты.

\*\* Может работать при напряжении 10,5 кВ.

### Синхронные генераторы серий СГДМ, СГДС и СГДЕ 11–12-го габаритов

Предназначены для работы в составе стационарных дизель-электрических станций.

Синхронный генератор типа СГДЕ-12-42-4 УЗ применяется в режимах емкостной и индуктивной нагрузок.

Исполнение – защищенное, с самовентилиацией, на щитовых подшипниках качения.

Возбуждение – от статической системы самовозбуждения.

### Расшифровка обозначения генератора:

С – синхронный;  
Г – генератор;  
Д – дизельный;  
М – модернизированный;  
Е – для емкостной нагрузки;  
11, 12 – условное обозначение габарита;  
40, 42, 45, 46 – длина сердечника статора, см; 4, 6 – число полюсов;  
У, Т – климатическое исполнение;  
3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.



Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
СГДМ-11-40-6 У2	325	400	50	1000	0,80	92,0	2600
СГДМ-11-40-6 У3, Т3	325	400	50	1000	0,80	92,0	2600
СГДМ-11-46-4 У2	500	400	50	1500	0,80	93,9	2800
СГДМ-11-46-4 У3, Т3	500	400	50	1500	0,80	93,9	2800
СГДМ-12-42-4 У2	630	400	50	1500	0,80	94,0	3550
СГДМ-12-42-4 У3, Т3	630	400	50	1500	0,80	94,0	3550
СГДС-11-45-6 У3, Т3	500	400/460	60	1200	0,64	93,9	2800
СГДЕ-12-42-4 У3	500	400	50	1500	0,64	93,5	3550

### Синхронные генераторы типов ГДСВ-15-74-8М УХЛ4, СГДС-15-74-8М УХЛ4, СГДС-15-54-8 УХЛ4 и СГДС-15-74-8 УХЛ4

Предназначены для работы в составе стационарных дизель-электрических станций в закрытых отапливаемых помещениях, в том числе на АЭС.

Исполнение – горизонтальное, защищенное, закрытое, на одном стояковом изолированном подшипнике скольжения; с фланцевым рабочим концом вала, с самовентиляцией по разомкнутому циклу – для ГДСВ; с принудительной вентиляцией по замкнутому или разомкнутому циклу – для СГДС. Оговаривается при заказе.

Возбуждение генераторов ГДСВ-15 и СГДС-15-74-8М УХЛ4 – статическое по принципу амплитудно-фазового компандирования.

Возбуждение генераторов СГДС-15-54-8 УХЛ4 и СГДС-15-74-8 УХЛ4 – от машинного возбудителя.

#### Расшифровка обозначения генератора:

Г – генератор;  
 Д – дизельный;  
 С – синхронный;  
 В – вентилируемый;  
 15 – условное обозначение габарита;  
 54, 74 – длина активной стали, см;  
 8 – число полюсов;  
 М – модернизированный;  
 УХЛ – климатическое исполнение;  
 4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса*, кг
ГДСВ-15-74-8М УХЛ4	2000	6300	750	0,8	95,0	12 230
СГДС-15-74-8М УХЛ4	2000	6300	750	0,8	95,0	11 850
СГДС-15-54-8 УХЛ4	1000	10 500	750	0,8	94,0	11 600
	1600	6300	750	0,8	95,0	11 600
СГДС-15-74-8 УХЛ4	1600	10 500	750	0,8	94,8	13 700
	2000	6300	750	0,8	95,0	13 700

\* С учетом возбудителя.



## Низкооборотные дизельные генераторы типа СГД

Синхронные дизельные генераторы предназначены для продолжительного номинального режима работы (S1) в составе стационарного дизель-генераторного агрегата для выработки как электрической, так и тепловой энергии.

Конструктивное исполнение по способу монтажа – IM7325, горизонтальное исполнение на двух стояковых подшипниках скольжения с комбинированной (принудительной от системы смазки приводного двигателя и кольцевой) смазкой, с фланцевым концом вала для сочленения с приводным двигателем посредством жесткой муфты (узел сочленения согласовывается с заказчиком). Возбуждение – от статической системы самовозбуждения.



### Расшифровка обозначения типа генератора:

СГД – синхронный генератор дизельный;  
16500 – мощность генератора в кВт;  
6,3 – напряжение генератора в кВ;  
42 – число полюсов;  
М – климатическое исполнение;  
3 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса*, кг
СГД 16500-6,3-42 М3	16 500	6300	142,9	0,8	97,55	185 000,0
СГД 14500-6,3-42 М3	14 500	6300	142,9	0,8	97,55	185 000,0
СГД 11000-6,3-42 М3	11 000	6300	142,9	0,8	97,45	185 000,0

\* С учетом возбудителя.

## Синхронный бесщеточный генератор ГСД-1500-4 УХЛ4

Предназначен для работы в составе стационарных электростанций, снабжающих электроэнергией системы жизнеобеспечения и технологического оборудования. Исполнение генератора ГСД-1500-4 УХЛ4 – горизонтальное, на одном подшипнике скольжения, с самовентилиацией по разомкнутому циклу. Возбуждение – бесщеточное, автоматическое от синхронного возбудителя через вращающийся диодный выпрямитель.

### Расшифровка обозначения генераторов:

Г – генератор;  
С – синхронный;  
Д – дизельный  
1500 – мощность, кВт;  
4 – число полюсов;  
УХЛ – климатическое исполнение;  
3, 4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ГСД-1500-4 УХЛ4	1500	6300	50	1500	0,8	95,0	10 000

**Синхронные бесщеточные генераторы типа СБГД 630-0,4-4 УХЛЗ.1, СБГД 1000-0,4-4 УХЛЗ.1**

Предназначены для работы в составе автономных электрических дизельных станций и эксплуатации с постоянной нагрузкой и продолжительностью, достаточной для достижения практически установленного теплового состояния. Исполнение генераторов – горизонтальное, на одном подшипнике скольжения, с самовентиляцией по разомкнутому циклу. Возбуждение – бесщеточное, автоматическое от синхронного возбудителя через возвращающийся диодный выпрямитель.

**Расшифровка обозначения генераторов:**

Г – генератор;  
С – синхронный;  
Д – дизельный  
630 – мощность, кВт;  
0,4 – напряжение, кВ;  
4 – число полюсов;  
УХЛ – климатическое исполнение;  
3.1 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
СБГД-630-0,4-4 УХЛЗ.1	630	400	50	1500	0,8	95,0	3000
СБГД-1000-0,4-4 УХЛЗ.1	1000	400	50	1500	0,8	95,0	4000

**Синхронный бесщеточный генератор типа СБГД 630-0,4-4 УЗ, ТЗ**

Предназначен для эксплуатации в составе дизельных автоматизированных электростанций. Исполнение генератора – горизонтальное, на шитовых подшипниках качения с цилиндрическим концом вала для соединения с дизелем, с самовентиляцией по разомкнутому циклу. Возбуждение генератора – бесщеточное, от обращенного синхронного возбудителя через вращающийся полупроводниковый преобразователь, с питанием обмотки возбуждения возбудителя от подвозбудителя с постоянными магнитами через блок регулирования возбуждения.

**Расшифровка обозначения генератора:**

С – синхронный;  
Б – бесщеточный;  
Г – генератор;  
Д – дизельный;  
630 – полная мощность, кВА;  
0,4 – напряжение, кВ;  
4 – число полюсов;  
У, Т – климатическое исполнение;  
З – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
СБГД 630-0,4-4 УЗ,ТЗ	500	400	50	1500	0,8	94,5	2000



# ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ

## Калужский турбинный завод

### Детандер-генератор (ОАО «Калужский турбинный завод» совместно с ООО «ТурбоДЭн»)

#### НАЗНАЧЕНИЕ

1. Выработка экологически чистой электроэнергии (без сжигания топлива) и, если нужно холода, за счет перепада давления газа на газоредуцирующих пунктах и станциях (ГРП, ГРС) газопроводов.
2. Поддержание заданного давления газа за газорегуляторным пунктом при работе турбодетандера обеспечивается автоматически.

#### ВИД ИСПОЛНЕНИЯ

1. В контейнерах («пэккидж») 100% заводской готовности.
2. В легкосборном здании под ключ.
3. В капитальном здании.

#### ПОСТАВЩИКИ

Кооперация ПАО «Силовые машины» – ОАО «Калужский турбинный завод» – ООО «ТурбоДЭн» – и др.

#### БАЗОВЫЙ ТИПОРЯД

0,1 МВт; 0,2 МВт; 0,3 МВт; 0,5 МВт;  
0,75 МВт; 1 МВт; 1,5 МВт; 2,5 МВт;  
4 МВт; 6 МВт; (8, 12 МВт)



# СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ

## ТКЗ «Красный котельщик»

Соединительные детали трубопроводов (отводы, кольца переходные, тройники и днища) – являются элементами трубопроводной системы сложной пространственной конфигурации, предназначенной для строительства и реконструкции магистральных трубопроводов, технологических трубопроводов, насосных и компрессорных станций, установок ком-

плексной и предварительной подготовки и других объектов газовой и нефтяной промышленности, транспортирующих неагрессивные продукты с рабочим давлением от 1,6 до 12,0 МПа диаметром 530–1420 мм.

Детали изготавливаются с антикоррозионным покрытием, выполняемым по ТУ 1469-07305764432-2014, и без покрытия.

## Отводы

### Отводы штамповарные (тип ОКШС)

диаметрами 530/720/1020/1220/1420 мм и углами поворота 30°/45°/60°/90° на давление до 9,8 МПа по ТУ 1469-069-05764432-2012 и 11,8 МПа по ТУ 1469-070-05764432-2012.



### Отводы штамповарные (тип ОК1, ОКII)

диаметрами 530/720/1020/1220/1420 мм и углами поворота 30°/45°/60°/90° на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-078-05764432-2015.

### Отводы штамповарные (тип ОК)

диаметрами 530/720/1020/1220 мм и углами поворота 30°/45°/60°/90° на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-071-05764432-2012.

## Тройники

### Тройники штамповарные (тип ТШС, ТШСР)

диаметрами 530/630/720/820/1020/1220/1420 мм с тянутыми горловинами диаметрами 159–1420 мм с решетками и без, на давление до 9,8 МПа по ТУ 1469-069-05764432-2012 и 11,8 МПа по ТУ 1469-070-05764432-2012



### Тройники штамповарные (тип Т1, ТII, ТPI, ТPII)

диаметрами 530/630/720/820/1020/1220/1420 мм с тянутыми горловинами диаметрами 159–1420 мм с решетками и без, на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-078-05764432-2015.

### Тройники штамповарные (тип ТШС, ТШСВ, ТШСР)

диаметрами 530/630/720/820/1020/1220 мм с тянутыми горловинами диаметрами 159–1220 мм с решетками и без, на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-071-05764432-2012.



## Днища

### Днища штампованные (тип ДШ)

диаметрами 530/720/1020/1220/1420 мм  
на давление до 9,8 МПа по ТУ 1469-069-  
05764432-2012 и 11,8 МПа  
по ТУ 1469-070-05764432-2012.



### Днища штампованные (тип ДІ, ДІІ)

диаметрами 530/720/1020/1220/1420 мм  
на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-078-  
05764432-2015.

### Днища штампованные (тип ДШ)

диаметрами 530/720/1020/1220 мм  
на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-071-  
05764432-2012.

## Кольца переходные

### Кольца переходные (тип КП)

диаметрами 530/720/1020/1220/1420 мм  
на давление до 9,8 МПа по ТУ 1469-069-  
05764432-2012 и 11,8 МПа по ТУ 1469-  
070-05764432-2012.



### Кольца переходные (тип КПІ, КПІІ)

диаметрами 530/720/1020/1220/1420 мм  
на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-078-  
05764432-2015.

### Кольца переходные (тип КП)

диаметрами 530/720/1020/1220 мм  
на давление до 12,0 МПа по ТУ 1469-071-  
05764432-2012.



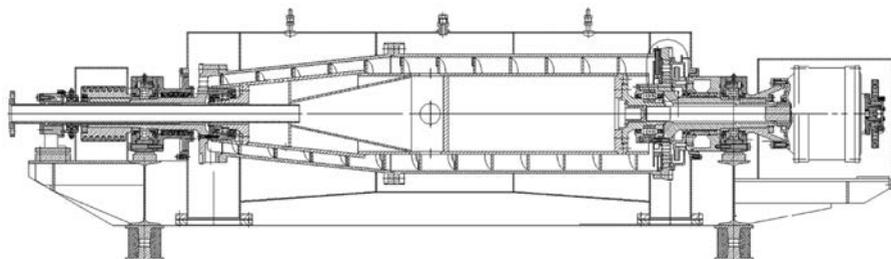
## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ШНЕКОВЫЕ ЦЕНТРИФУГИ СЕРИИ «Ц» С НЕПРЕРЫВНОЙ ВЫГРУЗКОЙ ОСАДКА

### Калужский турбинный завод

Центрифуги серии «Ц» предназначены для обработки двухфазных и трехфазных суспензий и применяются для решения экологических проблем, связанных с обезвоживанием промышленных и коммунальных жидких отходов, очисткой иловых карт, прудов-отстойников и прудов-накопителей различных производств, а также в современных технологиях производства различной продукции для повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке.

В центрифугах серии «Ц» использованы отечественные инновационные конструкторские разработки. Впервые в мировой практике создана центрифуга, которая в одном конструктивном исполнении способна обрабатывать как двухфазные, так и трехфазные суспензии. Это значительно упрощает как производство, так и эксплуатацию центрифуг.

В центрифугах серии «Ц» в качестве опор ротора применены подшипники скольжения на гидродинамической смазке вместо подшипников качения. Такие подшипники не требуют замены в течение всего срока службы центрифуги и позволяют улучшить ее характеристики, в том числе увеличить рабочие обороты центрифуги.



Центрифуга Ц1-305

Параметр	Тип центрифуги	
	Ц1-305	Ц2-455
Производительность номинальная, м <sup>3</sup> /час	15	30
Диаметр ротора внутренний, мм	305	455
Отношение длины ротора к диаметру, L/D	4,3	4,3
Рабочая частота вращения, об/мин	3000	3000
Мощность электродвигателей: – главного привода, кВт – двигателя подкрутки, кВт	18,5 3,0	37 5,5
Регулирование частоты вращения	частотное	частотное
Тип подшипников ротора	качения или скольжения	скольжения
Масса, кг	1800	3400
Габаритные размеры, мм	3017×1600×832	4015×1760×1050

# ТРАНСПОРТ





# ТРАНСПОРТ

**«Силовые машины» – поставщик большого спектра энергетического и электротехнического оборудования** для атомного, военно-морского и гражданского флота, горной техники, городского и пригородного электротранспорта.

## **Основная продукция:**

- блочные турбоустановки и блочные турбогенераторы;
- приводные турбины всережимные;
- генераторы постоянного и переменного тока;
- двигатели постоянного и переменного тока;
- комплектный электропривод и другое оборудование.





# ТРАНСПОРТ

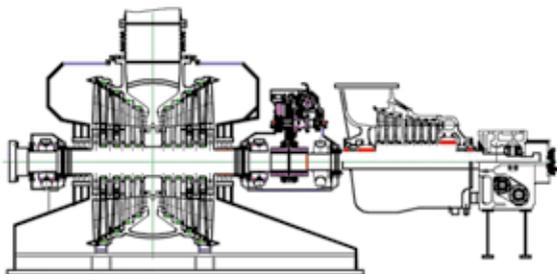
## СУДОСТРОЕНИЕ

### Оборудование для атомного флота

#### Блочные турбоустановки для атомных ледоколов

##### Калужский турбинный завод

- Высокая надежность и удобство обслуживания.
- Усиленные опорные подшипники с индивидуальным подводом масла к каждой колодке.
- Сопловые лопатки последних трех ступеней с внутриканальной сепарацией.
- Ступени большой веерности с саблевидной сопловой лопаткой.
- Выхлопной патрубок с осекольцевым диффузором с косым срезом.
- Продолжительный межремонтный период.
- Система автоматического регулирования, управления и защиты обеспечивает дистанционный программный ввод и вывод ПТУ, система диагностирования технического состояния элементов ПТУ определяет безаварийную работу и ресурс.



#### Основные характеристики

Электрическая мощность на клеммах генератора при КПД генератора 98%, МВт	37,85×2
Номинальная частота вращения ротора ГТГ, 1/с (об/мин)	50 (3000)
Номинальные параметры пара перед стопорными клапанами ГТГ: – абсолютное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) – температура, °С	3,43 (35) +285
Абсолютное давление пара в конденсаторе при температуре охлаждающей воды +100 °С; кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) и температура насыщения, °С	6,7 (0,068) 38,7
Расход свежего пара на ПТУ, т/ч в т. ч. расход свежего пара на ЦВД правого и левого борта, т/ч – расход пара на ЦНД правого и левого борта, т/ч – расход пара на эжектор; т/ч – степень сухости за последней ступенью	187×2 153×2 6,0×2 0,899
Расход питательной воды, т/ч	201,5×2=403



## Турбогенераторы

### Завод «Электросила»

Изготовлены 72 генератора для нужд гражданского судостроения, в том числе 2 генератора ТФ-35-2М5 для выработки электроэнергии в составе паротурбинной установки, размещенной на плавучей атомной электростанции (ПАТЭС).

Генераторы ТФ-35-2М5 спроектированы:

- с учетом требований Объединенной судостроительной компании (ОСК);
- в соответствии со стандартами Российского морского регистра судоходства (РМРС);
- с уменьшенными массогабаритными характеристиками для возможности размещения на ПАТЭС;
- с усиленным креплением статора и опор вала ротора с учетом требований по крену и дифференту;
- с влагозащищенным исполнением выводов.



Генератор ТФ-35-2М5  
на испытательном стенде завода

Тип генератора	Номинальная мощность, МВт	Полная мощность, МВ·А	КПД, %	Напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Общая масса, т
ТФ-35-2М5	35	43,75	98,1	10,5	3000	84,6

«Силовые машины» готовы изготовить и поставить генераторы мощностью от 6 до 63 МВт (и более) на базе серийных турбогенераторов с учетом требований ОСК и РМРС.

## Электродвигатели постоянного тока

### Завод «Электросила»

Предназначены для привода гребных винтов атомных ледоколов.

Тип машины	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг·м <sup>2</sup>
2МПС 17600-130 ОмЗ	2×8800	1000	130	239 000	2×56000
	2×8350		165		
	2×8100		178		
	2×8100		185		



## Оборудование для флота

### Блочные турбоустановки

#### Калужский турбинный завод

- Продолжительный межремонтный период.
- Длительный срок службы.
- Удобство в эксплуатации.
- Удобная транспортировка.
- Многоступенчатые турбины высокой эффективности в течение всего срока службы.
- Высокий коэффициент готовности, проверенная конструкция, предвзятительно собранные и испытанные системы, поставляемые на площадку.
- Сопловое парораспределение для эффективной работы на частичных нагрузках.
- Цельнокованные роторы.
- Комплектная АСУ.

Основные характеристики	ТГ 3
Номинальная мощность, кВт	3000
Частота вращения, об/мин: – ротора турбины – ротора генератора	3000 3000
Параметры трехфазного электрического тока: – напряжение, В – частота, Гц	6300 50
Номинальные параметры сухого насыщенного пара (рабочий диапазон): – абсолютное давление, МПа – температура, °С	3,6 (3,5–3,7) 420 (370–450)
Номинальное абсолютное давление пара за турбиной (рабочий диапазон), кПа	1,1 (1,0–1,1)
Номинальный расход пара, т/ч	41,0
Номинальные параметры охлаждающей воды: – температура, °С – расход, м³/ч	25 (10–32) 22,0 1,0

### Синхронные генераторы переменного тока для судовых энергетических установок

#### Завод «Электросила»

#### Синхронные генераторы серий БСГ и СБГ

Предназначены для работы на судах. Удовлетворяют требованиям Правил Российского морского регистра судоходства. Исполнение генераторов серии БСГ и генератора СБГ -1600-1500 ОМ4 – горизонтальное, с самовентиляцией по разомкнутому циклу, на двух подшипниках скольжения, с одним цилиндрическим концом вала; а генераторов СБГ-800-750 ОМ4 и СБГ-800-750 ОМ4 – с одним шлицевым самоустанавливающимся подшипником скольжения и одним фланцевым концом вала.

Возбуждение генераторов серий БСГ и СБГ – бесщеточное, с вращающимися тиристорами, с двумя (основным и резервным) каналами регулирования;

СБГ-800-750 ОМ4 – бесщеточное, от обращенного возбудителя через вращающийся диодный преобразователь.

#### Расшифровка обозначения генератора:

С – синхронный;  
Б – бесщеточный;  
Г – генератор;  
500, 800, 1000 и 1600 – мощность, кВт;  
6 – число полюсов;  
750, 1500 – частота вращения, об/мин;  
М – модернизированный;  
ОМ – климатическое исполнение;  
4 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.



Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
БСГ-500-6 ОМ4	500	400	1000	0,8	94,0	3300
БСГ-800-6 ОМ4	800	400	1000	0,8	94,7	4960
БСГ-1000-6 ОМ4	1000	400	1000	0,8	95,0	5700
СБГ-800-750 ОМ4	800	400	750	0,8	94,4	5100
СБГ-1600-1500 ОМ4	1600	400	1500	0,8	95,0	6000
СБГ-800-750М ОМ4	800	400	750	0,8	95,0	4910

### Синхронный генератор типа ГСБ-630-1500 ОМ4

Предназначен для работы в составе дизель-электрических станций (дизель-генераторов), дизель-редукторных агрегатов (валогенераторов), а также турбоагрегата (в качестве источника питания электроэнергией судовых потребителей) на морских судах неограниченного района плавания.

Удовлетворяет требованиям Правил Российского морского регистра судоходства.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках скольжения, с фланцевым рабочим концом вала, с самовентилицией по разомкнутому циклу.

Возбуждение – бесщеточное, от синхронного возбудителя через вращающийся диодный выпрямитель.

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	КПД, %	Масса, кг
ГСБ-630-1500 ОМ4	630	400	50	1500	0,8	93,0	3600

### Электрические двигатели

#### Завод «Электросила»

### Асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АМ-500-4К ОМ4

Применяется для работы в составе электрооборудования на морских судах неограниченного района плавания.

Удовлетворяет требованиям Морского регистра.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках качения, с одним выступающим цилиндрическим концом вала.

Охлаждение – воздушное, по разомкнутому циклу, с самовентилицией.

Пуск – прямой, от полного напряжения сети.

#### Расшифровка обозначения двигателя:

А – асинхронный;

М – морское исполнение;

500 – мощность, кВт;

4 – число полюсов;

К – кремнийорганическая изоляция;

ОМ – климатическое исполнение;

4 – категория размещения.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
АМ-500-4К ОМ4	500	380	1500	94	3500



### Асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором типа АДР 550-4

Применяется для работы в составе винторулевой колонки типа «Аквастер» на малом гидрографическом судне постройки Рыбинского и Хабаровского судостроительных заводов. Удовлетворяет требованиям Морского регистра.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках качения, с одним выступающим цилиндрическим концом вала. Охлаждение – воздушное, самовентиляцией по замкнутому циклу через встроенный водяной воздухоохладитель.

Двигатель получает питание от статического преобразователя частоты, линейное

напряжение на выходе которого изменяется от 0 до 960 В и частота от 1 до 50 Гц. Пуск, остановка, плавное регулирование частоты вращения двигателя, защита двигателя от перегрузок и коротких замыканий осуществляются статическим преобразователем частоты.

#### Расшифровка обозначения двигателя:

- А – асинхронный;
- Д – двигатель;
- Р – регулируемый;
- 550 – мощность, кВт;
- 4 – число полюсов.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
АДР-550-4	550	960	1500	95	4350

### Асинхронные двигатели трехфазного тока с фазным ротором типов АКМ-500-4К, АРК-500-1500В и АРК-500-1500Н

Двигатель типа АКМ-500-4К предназначен для привода генераторов и других механизмов на морских судах неограниченного района плавания.

Исполнение – горизонтальное, на щитовых подшипниках качения, брызгозащитное, с самовентиляцией по разомкнутому циклу.

Двигатели типов АРК-500-1500В и АРК-500-1500Н предназначены для работы в закрытых вентилируемых помещениях в составе регулируемого и нерегулируемого электропривода активных средств управления на морских судах неограниченного района плавания.

Исполнение – вертикальное, на щитовых подшипниках качения, со свободным концом вала (вверх или вниз), с самовентиляцией по разомкнутому циклу.

#### Расшифровка обозначения двигателя типа АКМ-500-4К:

- А – асинхронный;
- К – с контактными кольцами;
- М – морское исполнение;
- 500 – мощность, кВт;
- 4 – количество полюсов;
- К – кремнийорганическая изоляция.

#### Расшифровка обозначения двигателей типа АРК-500-1500:

- А – асинхронный;
- Р – с регулируемой частотой вращения;
- К – кремнийорганическая изоляция;
- 500 – мощность, кВт;
- 1500 – синхронная частота вращения, об/мин;
- В – свободный конец вала (вертикально вверх);
- Н – вертикально вниз.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
АКМ-500-4К	500	380	1500	93	3780
АРК-500-1500В	500	380	1500	93	4200
АРК-500-1500Н	500	380	1500	93	4200



## Электродвигатели постоянного тока

Предназначены для привода гребных винтов морских и речных судов.



Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>	Место эксплуатации
ГП 1375-810 УЗ**	1375	500	810	7900	–	Речные и морские суда
ГП 1375-810 УЗ-2**	1375	500	810	8730	–	
МП 1000-200 УЗ	950	750	210/420	17500	600	Ледоколы речные
2МП 7000-110	2×2580	1000	115/175	9000	2×13300	Ледоколы морские

ГП 1375-810 УЗ\*\*\*; УЗ-2\*\* – генератор в составе преобразовательного агрегата, на одном, двух подшипниках скольжения



# ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ

## «Силовые машины – завод Реостат»

### Агрегат для энергоснабжения электропоезда «Аврора»\*

Предназначен для выработки переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 400 В и рассчитан на продолжительный номинальный режим работы S1 по ГОСТ 183-74. В состав агрегата входят:

Тип машин, входящих в агрегат	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Коэффициент мощности	Масса, кг
СД 185-4 УХЛ2	217	400	1500	0,88	3450
ГСФ 200-4 УХЛ2	200	400	1500	0,80	3450

Исполнение двигателя СД 185-4 УХЛ2 – горизонтальное на двух щитовых подшипниках качения, с одним коническим концом вала, с фланцем на подшипниковом щите со стороны конца вала.

Исполнение генератора ГСФ 200-4 УХЛ2 – горизонтальное, защищенное, с самовентиляцией, на двух подшипниковых щитах, с фланцем на одном подшипниковом щите, на приподнятых лапах, с одним коническим концом вала.

Способ охлаждения двигателя и генератора – самовентиляция по разомкнутому циклу.

Возбуждение генератора агрегата должно осуществляться статической системой самовозбуждения по принципу фазового компаундирования с автоматическим регулированием напряжения при помощи корректора напряжения. Начальное возбуждение от аккумуляторной батареи напряжением 12...24 В. Аккумуляторная батарея в поставку агрегата не входит. Возбуждение двигателя агрегата осуществляется через систему возбуждения двигателя от напряжения и тока генератора.

\* изготовитель – завод «Электросила»

## Комплект электрооборудования электропоезда ЭПЗД

Комплект электрооборудования (КЭО) устанавливается на вагонах пригородных электропоездов ЭПЗД, предназначенных для перевозки пассажиров.

Соответствует ТУ 3456-001-05757920-2007 и конструкторской документации.

Электрооборудование во взаимодействии с остальным оборудованием электропоезда ЭПЗД предназначено для обеспечения режимов тяги и рекуперативного торможения, для обеспечения питания вспомогательных цепей и цепей управления тяговыми и вспомогательными устройствами электропоезда и имеет собственную защиту и сигнализацию состояния.

Электрооборудование электропоезда ЭПЗД включает электрооборудование головных, моторных и немоторных вагонов. В комплект поставки электрооборудования входят комплекты ЗИП.



Электропоезд ЭПЗД основной составности состоит из 8 вагонов (двух головных, четырех моторных и двух немоторных вагонов).

Аппараты в основном скомпонованы в виде блоков, панелей, ящиков. Ряд аппаратов устанавливается вне блоков и панелей.

**ПЕРЕЧЕНЬ ИЗДЕЛИЙ КЭО ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭПЗД****Головной вагон**

Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.271.265	Дроссель 1ДРЭ.007.2 У1	Сглаживание пульсаций выходного напряжения выпрямителя =110 В
6БС.172.427	Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1	Разделительный трансформатор питания выпрямителя =110 В
6БС.172.474	Трансформатор ТР-0,63/0,22 У3	Вольтодобавочный трансформатор в цепи заряда аккумуляторной батареи
6БС.391.478	Панель П.05 У3	Высоковольтная аппаратура цепей отопления и защиты
6БС.391.479-01	Панель П.06.1 У3	Аппаратура управления компрессором, освещением салона, вентиляцией тамбура, электропневматическим тормозом вагона (замещение, дотормаживание)
6БС.391.480-01	Панель П.07.1 У3	Аппаратура управления электропневматическим тормозом поезда, отоплением и вентиляцией кабины машиниста
6БС.391.481-01	Панель П.08.1 У3	Выпрямитель =110 В и вольтодобавочный выпрямитель заряда аккумуляторной батареи, блок RSB, защитная и измерительная аппаратура

**Моторный вагон**

Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.141.092-03	Двигатель тяговый ТЭД-3 У1	Пуск и электрическое торможение вагонов
6БС.135.015	Расцепитель фаз РФЭ У1	Преобразование однофазного напряжения в трехфазное
6БС.237.226	Резистор пусковой 1СЭ.013 У1	Пусковой резистор расцепителя фаз
6БС.271.240	Дроссель 1ДРЭ.059 У2	Защита аппаратуры при обрыве цепи заземлителей тягового трансформатора
6БС.172.478	Реактор сухой сглаживающий РСС-280-0,017 У1	Сглаживание выпрямленного тока выпрямительно-инверторного преобразователя ВИП-1000
6КЖ.271.000	Фильтр индуктивный ФСЭ-4 У1	Фильтр радиопомех
6БС.391.430	Ящик Я.01 У1	Переключатели: реверсивный, тормозной, трансформатора; контакторы ЛК и Ш, трансформаторы тока, реле земли, аппараты отопления (РПО, КО) 1-й группы
6БС.391.432	Ящик Я.02 У1	Контакторы и автоматы защиты торможения, блоки тиристорных, датчики тока и напряжения, аппараты отопления (РПО, КО) 2-й группы
6БС.391.474-01	Панель П.01.1 У3	Аппараты управления вспомогательным компрессором, пантографом, выключателем вакуумным; блоки: БСМЭ (блинкеров), БТЗ.1; РУМ
6БС.391.475	Панель П.02 У3	Блоки БПСУ и МПСУ, модули (стабилизаторы) питания БПСУ/МПСУ и ВИП-1000, аппаратура управления тягой и торможением
6БС.391.476-01	Панель П.03.1 У3	Электронные блоки БУС-МК, UI; тиристорный стабилизатор ~220 В, аппаратура управления и защиты расцепителя фаз и бортовой сети 3×220 В
6БС.391.477-01	Панель П.04.1 У3	Контакторы вспомогательного компрессора, вентиляции тамбура, освещения салона
6БС.277.325-10	Блок резисторов 1БСЭ.091 У1	Резисторы ослабления поля
6БС.277.325-11	Блок резисторов 1БСЭ.091.1 У1	



Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.277.512-02	Блок резисторов 1БСЭ.092.2 У1	Защитные и балластные резисторы якорной цепи тяговых двигателей в режиме рекуперативного торможения
6БС.277.512-03	Блок резисторов 1БСЭ.092.3 У1	
6БС.277.524-13	1БР.002.13 У1	Балластные резисторы якорной цепи тяговых двигателей в режиме рекуперативного торможения
6БС.277.524-14	1БР.002.14 У1	
6БС.295.111	Клапан пантографа КЛПЭ-101Б У3	Управление пантографом

### Немоторный вагон

Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.271.265	Дроссель 1ДРЭ.007.2 У1	Сглаживание пульсаций выходного напряжения выпрямителя =110 В
6БС.172.427	Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1	Разделительный трансформатор питания выпрямителя =110 В
6БС.172.474	Трансформатор ТР-0,63/0,22 У3	Вольтодобавочный трансформатор в цепи заряда аккумуляторной батареи
6БС.391.431	Панель П.20 У3	Высоковольтная аппаратура цепей отопления, реле напряжения вентиляторов
6БС.391.479-01	Панель П.06.1 У3	Аппаратура управления компрессором, освещением салона, вентиляцией тамбура, электропневматическим тормозом вагона (замещение, дотормаживание)
6КЖ.367.066-01	Панель П.18.1 У3	Выпрямитель =110 В и вольтодобавочный выпрямитель заряда аккумуляторной батареи, защитная и измерительная аппаратура

## Комплект электрооборудования для электропоезда ЭД9Э

Электрооборудование во взаимодействии с остальным оборудованием электропоезда ЭД9Э предназначено для обеспечения режимов тяги и торможения, для обеспечения питания вспомогательных цепей и цепей управления тяговыми и вспомогательными устройствами электропоезда и имеет собственную защиту и сигнализацию состояния.

Данный комплект является новым направлением в обеспечении энергосбережения, имеет микропроцессорную систему управления преобразователем и обеспечивает плавное регулирование режимов тяги и рекуперативное торможение.

Состав комплекта электрооборудования приведён в таблице.





## ПЕРЕЧЕНЬ ИЗДЕЛИЙ КЭО ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭД9Э

### Моторный вагон

Обозначение	Наименование
6БС.141.092-03	Двигатель тяговый ТЭД-3 У1
6БС.135.015	Расщепитель фаз РФЭ У1
6БС.237.226	Резистор пусковой 1СЭ.013 У1
6БС.271.240	Дроссель 1ДРЭ.059 У2
6БС.172.478	Реактор сухой сглаживающий РСС-280-0,017 У1
6КЖ.271.000	Фильтр индуктивный 1   ФСЭ-4 У1
6БС.391.430	Ящик Я.01 У1 (Переключатели реверсивные 1ПЭ.008.2У2, 1ПЭ.008.3 У2, переключатель трансформатора ПТРЭ У2, ГРЭ-2А-6 У2)
6БС.391.432	Ящик Я.02 У1 (Контактор электромагнитный быстродействующий КМБЭ-3.13 У2)
6БС.391.474	Панель П.01 У3
6БС.391.475	Панель П.02 У3
6БС.391.476	Панель П.03 У3
6БС.391.477	Панель П.04 У3
6БС.277.325-10	Блок резисторов 1БСЭ.091 У1
6БС.277.325-11	Блок резисторов 1БСЭ.091.1 У1
6БС.277.512	Блок резисторов 1БР.092 У1
6БС.277.512-01	Блок резисторов 1БР.092.1 У1
6БС.277.524-05	Блок резисторов 1БР.002.5 У1
6БС.277.524-06	Блок резисторов 1БР.002.6 У1
6БС.295.111	Клапан пантографа КЛПЭ-101Б У3

### Головной вагон

Обозначение	Наименование
6БС.277.323	Блок резисторов 1БСЭ.009 У2
6БС.172.427	Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1
6БС.172.474	Трансформатор ТР-0,63/22 У3
6БС.391.478	Панель П.05 У3
6БС.391.479	Панель П.06 У3
6БС.391.480	Панель П.07 У3
6БС.391.481	Панель П.08 У3
6БС.391.483	Блок Б.02 У3
6БС.391.338	Блок Б.04 У3
6БС.697.106	Блок БП.01 У3



## Прицепной вагон

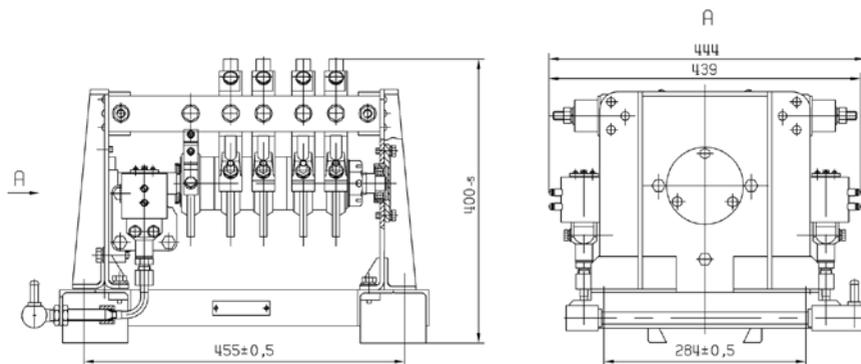
Обозначение	Наименование
6БС.172.474	Трансформатор ТР-0,63/22 У3
6БС.391.479-01	Панель П.06.1 У3
6БС.391.431	Панель П.20 У3
6БС.391.558	Панель П.21 У3

## Переключатель трансформатора ПТРЭ У2

Переключатели предназначены для отключения без тока силовых цепей вагона от вторичной обмотки тягового трансформатора ОДЦЭР-1600/250 У1.

### Технические характеристики

Номинальное напряжение, В:	
– силовых цепей	2200
– цепей управления	110
Число рабочих позиций переключателя	2
Тип электропневматического вентиля	ВВ-2Г У3 5ТП.440.001-4
Тип кулачковых контакторов в цепях:	
– силовых	6БС.242.006-01 (аналог КЭ4Д)
– управления	6БС.262.071 (аналог КЭ42)
Количество кулачковых контакторов в цепях:	
– силовых	8
– управления	2
Масса, не более, кг	45



Габаритные и установочные размеры



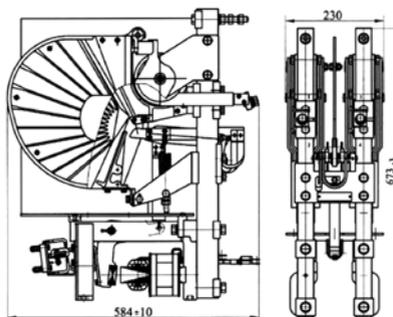
## Контактор электромагнитный быстродействующий КМБЭ-3.13 У2

Контактор электромагнитный быстродействующий КМБЭ-3.13 У2 предназначен для защиты главных электрических цепей электропоезда.

### Технические характеристики

Напряжение главной цепи, В:	
– номинальное	3000
– максимальное	4000
Номинальный ток главной цепи, А	195
Ток уставки, А	550±25
Номинальное напряжение цепи управления, В	220
Номинальный ток контактов блокировки, А	10
Габаритные размеры, мм:	
– длина	584±10
– ширина	230±2
– высота	673±5
Масса, кг	65

Примечание: Величина тока уставки и напряжение цепей управления задаются электрической схемой вагона, управляющей работой контактора защиты.



Габаритные и установочные размеры

## Комплект электрооборудования электропоезда ЭД9М

Устанавливается на вагонах пригородных электропоездов ЭД9М (ЭД9Т, ЭД9МК), предназначенных для перевозки пассажиров.

Соответствует ТУ 3456-118-05757908-2000 и конструкторской документации.

Электрооборудование во взаимодействии с остальным оборудованием электропоезда ЭД9М предназначено для обеспечения режимов тяги и торможения, для обеспечения питания вспомогательных цепей и цепей управления тяговыми и вспомогательными устройствами электропоезда и имеет собственную защиту и сигнализацию состояния.





Электрооборудование электропоезда ЭД9М включает электрооборудование головных, моторных и прицепных вагонов, а также один комплект ЗИП.

Электропоезд ЭД9М основной составности состоит из 10 вагонов (двух головных, пяти моторных и трех прицепных вагонов).

Аппараты в основном скомпонованы в виде блоков, панелей, ящиков. Ряд аппаратов устанавливается вне блоков и панелей.

## ПЕРЕЧЕНЬ ИЗДЕЛИЙ КЭО ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭД9М

### Головной вагон

Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.277.323	Блок резисторов 1БСЭ.009 У2	Сопrotивления к прожектору
6БС.389.773	Блок 1БАЭ. 174.2 У2	Термодатчик зарядного агрегата
6БС.172.427	Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1	Питание выпрямителя 110В и выпрямителя заряда аккумуляторных батарей
6БС.389.745	Панель 1ПАЭ.383 У3	Высоковольтная аппаратура цепей отопления
6БС.389.797	Блок 1БАЭ. 169.7 У3	Источник питания 110; 50 В, заряда батарей, цепи охранной сигнализации
6БС.224.212	Блок 1БЭ.711 У3	Блок с предохранителями цепей освещения, световых сигналов
6БС.389.720	Блок 1БЭ.712 У3	Блок ступенчатого изменения уставки пускового тока
6БС.242.009-01	Контроллер 1КУЭ.040.2 У3	Управление тягой и электрическим торможением
6БС.389.808-01	Панель 1ПАЭ.441.1 У3	Аппаратура управления термоавтоматикой салона, компрессором, освещением, электропневматикой
6БС.388.235	Блок 1БЭ.691 У3	Блок аппаратуры сопряжения АЛС со схемой поезда
6БС.388.237	Блок 1БЭ.699 У3	Аппаратура управления термоавтоматикой кабины машиниста, электропневматикой; фильтр питания радиостанции
6БС.271.365	Дроссель 1ДРЭ.007.2 У1	Сглаживание пульсаций в цепях 110 В
6БС.697.106	Блок БП.01 У3	Блок питания стеклоочистителей и стеклообогревателей

### Моторный вагон

Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС. 141.092-03	Двигатель тяговый ТЭД-3 У1	Пуск и электрическое торможение вагонов
6БС.135.015	Расщепитель фаз РФЭ У1	Преобразование однофазного напряжения в трехфазное
6БС.237.226	Резистор пусковой 1СЭ.013 У1	Пусковой резистор расщепителя фаз
6БС.271.240	Дроссель 1ДРЭ.059 У2	Защита аппаратуры при обрыве цепи заземлителей тягового трансформатора
6БС.389.743	Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1	Силовая аппаратура для реализации: пуска (главный контроллер, реверсор), защиты и отопления
6КЖ.271.000	Фильтр индуктивный ФСЭ-4 У1	Фильтр радиопомех
6БС.389.790	Блок 1БЭ.213.6 У3	Аппаратура управления включением ВОВ, вспомогательным компрессором, насосом трансформатора, токоприемником, выключатели сигнализации, РУМ



Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.388.236	Блок 1БЭ.215.2 У3	Аппаратура термоавтоматики, вентиляции, освещения
6БС.389.731	Ящик 1ЯЭ.107 У1	Ящик с линейными контакторами JK1... ЛК4
6БС.389.742	Ящик 1ЯЭ.106.1 У1	Силовая аппаратура для реализации электрического торможения, тормозной контроллер, возбуждатель, датчики тока, боксования и юза
6БС.389.721	Панель 1ПАЭ.442.1 У3	Аппаратура управления электрическим и электропневматическим торможением, повторитель защит боксования, юза, перегрузки в торможении, блоки реле ускорения и торможения (БРУ, БРТ) и торможения реостатного (БУТР)
6БС.389.774	Панель 1ПАЭ.443.1 У3	Стабилизатор 220 В, управление расцепителем фаз, блок токовой защиты (БТЗ)
6БС.277.325	Блок резисторов 1БСЭ.089 У1	Тормозные резисторы
6БС.277.325-01	Блок резисторов 1БСЭ.089.1 У1	
6БС.277.325-02	Блок резисторов 1БСЭ.089.2 У1	
6БС.277.325-03	Блок резисторов 1БСЭ.089.3 У1	
6БС.277.325-04	Блок резисторов 1БСЭ.089.4 У1	
6БС.277.325-05	Блок резисторов 1БСЭ.089.5 У1	
6БС.277.325-06	Блок резисторов 1БСЭ.089.6 У1	
6БС.277.325-07	Блок резисторов 1БСЭ.089.7 У1	
6БС.277.325-08	Блок резисторов 1БСЭ.090 У1	
6БС.277.325-09	Блок резисторов 1БСЭ.090.1 У1	
6БС.277.325-10	Блок резисторов 1БСЭ.091 У1	Резисторы ослабления поля
6БС.277.325-11	Блок резисторов 1БСЭ.091.1 У1	
6БС.295.111	Клапан пантографа КЛПЭ-101Б У3	Управление пантографом

### Прицепной вагон

Обозначение	Наименование	Функциональное назначение
6БС.389.781	Панель 1ПАЭ.375.1 У3	Высоковольтная аппаратура цепей отопления
6БС.389.782	Панель 1ПАЭ.376 У3	Измерительная и коммутационно-защитная аппаратура батареи, отопления и вентиляции
6БС.389.808	Панель 1ПАЭ.441 У3	Аппаратура управления: термоавтоматикой салона, компрессором, освещением, электропневматикой



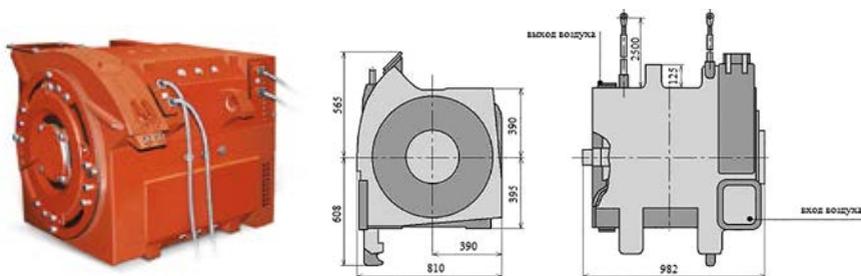
### Двигатели тяговые типа ТЭД-2 У1 и ТЭД-3 У1

Двигатель тяговый пульсирующего тока ТЭД-3 У1 предназначен для привода моторного вагона электропоезда ЭД9М.

Двигатель тяговый постоянного тока ТЭД-2 У1 предназначен для привода моторного вагона электропоезда ЭД4М.

Двигатели устанавливаются под кузовом моторного вагона.

Технические характеристики	ТЭД-3 У1	ТЭД-2 У1
Режим работы	S2 (60 мин.)	
Мощность, кВт	220	235
Ток, А	295	345
Напряжение, В	825	750
Частота вращения, об/мин	870	1250
Максимальная эксплуатационная частота вращения, об/мин	2065	2240
Направление вращения	в обе стороны	
Возбуждение	последовательное	
Степень возбуждения, %	50	20
Способ охлаждения	самовентилиция	
Масса, кг, не более	2240	



Габаритные и установочные размеры

### Тяговый двигатель ТЭД-10 У1

Двигатель предназначен для привода колесных пар межрегиональных и пригородных электропоездов двойного питания с номинальными напряжениями контактной сети переменного тока 25 кВ, 50 Гц и постоянного тока 3000 В, соответствует требованиям ГОСТ 2582-81.

Род тока – пульсирующий (коэффициент пульсации до 26%) и постоянный.

Возбуждение – в двигательных режимах – последовательное, в генераторных режимах – независимое.

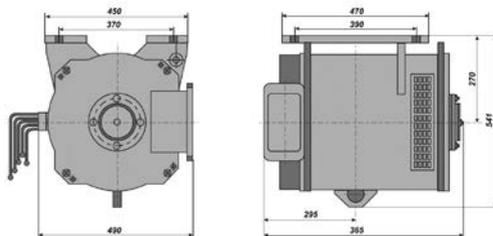
Двигатель имеет три степени возбуждения 25/30, 40/50 и 94%, обеспечивает плавное регулирование скорости от 800 до 2240 об/мин.



## Расщепитель фаз РФЭ У1

Расщепитель фаз предназначен для преобразования однофазного переменного тока в трехфазный для питания асинхронных двигателей.

Технические характеристики	
Выходная мощность, кВт	18
Напряжение питания, В	220
Частота, Гц	50
Ток сети, А	185
Синхронная частота вращения, об/мин	1500
КПД	0,56
Класс нагревостойкости изоляции обмоток статора	F
Способ охлаждения	самовентилиция
Масса, кг, не более	325



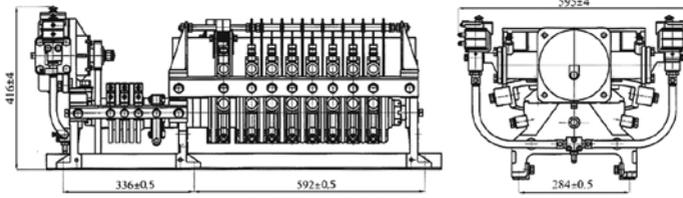
Габаритные и установочные размеры

## Основные электрические аппараты

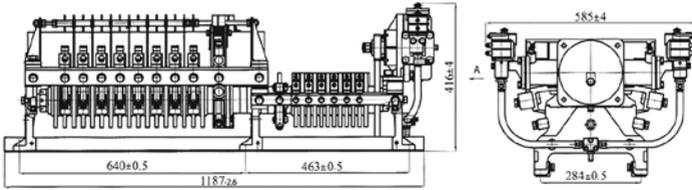
### Силовые контроллеры 1КСЭ.023.1 У2, 1КСЭ.024.1 У2

Силовые пневматические контроллеры являются основными аппаратами автоматического управления и предназначены для осуществления переключений в схемах управления и силовой при регулировании напряжений на тяговых двигателях во время пуска и торможения.

Параметры	1КСЭ.023.1	1КСЭ.024.1
Номинальное напряжение, В: – силовой цепи – цепи управления	2200 110	2200 110
Число рабочих позиций	20	20
Угол поворота кулачкового вала за одну позицию, градус	18	18
Тип включающего вентиля	ВВ-2ГЭ	ВВ-2ГЭ
Количество кулачковых контакторов силовой цепи: – с дугогашением – типа КЭ-46А-1 – без дугогашения – 6БС.242.006-01 (типа КР-6А-1)	2 15	2 17
Количество кулачковых выключателей цепи управления 6БС.262.071 (аналог КЭ-42)	5	12
Масса, кг	97	105



КСЭ.023.1



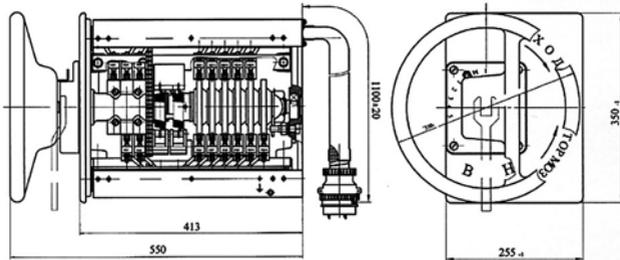
КСЭ.024.1

### Контроллер машиниста 1КУЭ.040.2 УЗ

Контроллер машиниста предназначен для дистанционного автоматического управления электропоездом.

#### Технические характеристики

Номинальное напряжение, В	110
Число фиксированных позиций главного вала	8
Угол поворота главного вала (градус)	30–0–72
Число фиксированных позиций реверсивного вала	3
Угол поворота реверсивного вала (градус)	22–0–22
Тип кулачковых выключателей	6БС.262.071 (аналог КЭ-42)
Количество кулачковых выключателей на валах:	
– главном	10
– реверсивном	5
– резервном	1



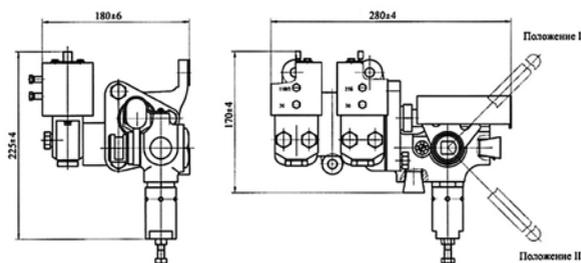
Габаритные и установочные размеры



### Клапан токоприемника КЛПЭ-101Б УЗ

Клапан КЛПЭ-101Б УЗ предназначен для дистанционного управления подъемом и опусканием токоприемника электропоезда.

Технические характеристики	
Напряжение номинальное катушки, В	110
Номинальное давление сжатого воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	5
Рабочее давление сжатого воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	3,5–7
Максимальное сечение проходного отверстия клапана, мм <sup>2</sup> : – впускного – выпускного	12,6 50,5
Тип электропневматического вентиля	ВВ-2Г-1
Количество вентиля	2
Масса, кг	12,2



Габаритные и установочные размеры

### Блоки резисторов

Блоки резисторов 1БСЭ.089 У1, 1БСЭ.089.7 У1, 1БСЭ.090 У1 и 1БСЭ.090.1 У1 предназначены для электрического торможения поезда. В комплект моторного вагона входят 10 тормозных блоков, которые размещаются на крыше вагона. Блоки резисторов 1БСЭ.091.1 У1 предназначены для ослабления поля тяговых электродвигателей. В комплект

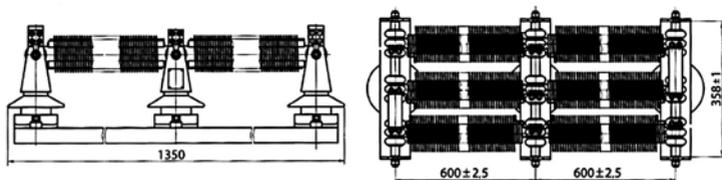
моторного вагона входят 2 блока резисторов, которые размещаются на крыше вагона.

Блоки резисторов 1БСЭ.009 У2 предназначены для изменения режима работы прожектора головного вагона. Резистор 1СЭ.013 У1 предназначен для пуска расцепителя фаз и устанавливается под моторным вагоном.

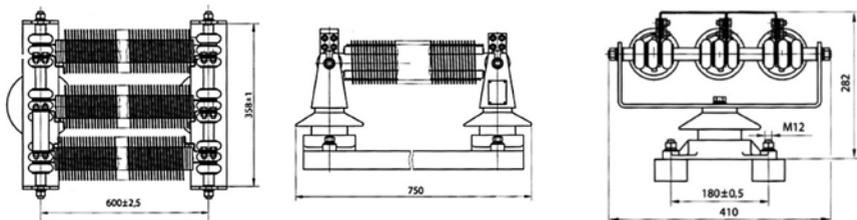


Технические параметры

Тип	Ступени	Сопротивление, Ом	Номинальный ток, А	Напряжение, В	Масса, кг
1БСЭ.089 1БСЭ.089.4	1-2	1,904	50	3000	53
	1-3	1,904	50		
	1-4	1,904	50		
1БСЭ.089.1 1БСЭ.089.5	1-2	0,52	110	3000	53
	1-3	0,96	110		
1БСЭ.089.2 1БСЭ.089.6	1-2	0,056	120	3000	50
	1-3	1,144	120		
1БСЭ.089.3 1БСЭ.089.7	1-2	0,2	120	3000	50
	1-3	0,8	120		
1БСЭ.090 1БСЭ.090.1	1-2	0,952	50	3000	56
	1-3	0,952	50		
	1-4	0,952	50		
	1-5	0,78	110		
1БСЭ.091 1БСЭ.091.1	1-2	4	33	3000	30
	1-3	0,079	120		
	1-4	0,058	60		
	1-5	0,195	60		
1БСЭ.009	156Б-156В	9	3	110	9,3
	156Г-156В	2	7		
	156В-156В	6	4		
1СЭ.013	63Д -62Ж	0,42	42	220	4,5



Блоки резисторов типа 1БСЭ.089 (все исполнения)



Блоки резисторов типа 1БСЭ.091

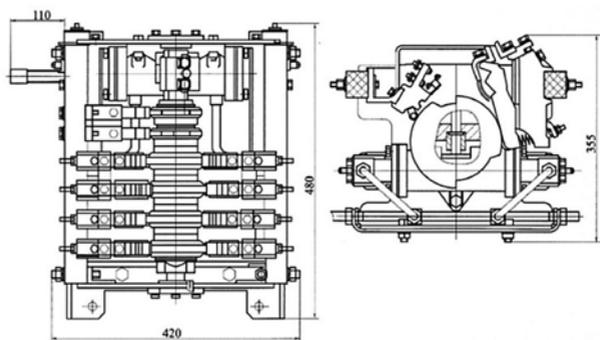
Блоки резисторов – вид сбоку



## Переключатель реверсивный 1ПЭ.008 У2

Переключатель реверсивный служит для переключения цепей обмоток возбуждения тяговых двигателей при изменении направления движения поезда.

Технические данные	
Номинальное напряжение по изоляции, В	3000
Номинальное напряжение цепи управления, В	110
Число рабочих положений	2 («вперед» и «назад»)
Количество кулачковых контакторов силовой цепи 6БС.242.006 (аналог КЭ-4Д-2)	8
Длительный ток силовых контактов, А	220
Длительный ток контактов цепи управления, А	35
Диаметр кулачковых шайб, мм	155
Номинальное давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	5
Тип включающего вентиля	ВВ-2Г
Масса, кг	50



## Фильтр индуктивный ФСЭ-4 У1

Фильтр предназначен для защиты от помех радиоприему и представляет собой высокочастотный дроссель без железа, который включен в цепь первичной обмотки силового трансформатора. Фильтр установлен на изоляторах на крыше вагона.

Технические данные	
Индуктивность при частоте 50 Гц, мГ	от 1,44 до 1,76
Номинальное напряжение фильтра с изоляторами 25 кВ относительно корпуса, В	25000
Испытательное напряжение переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин. (без изоляторов 25 кВ), В	9500
Длительный ток (при скорости обдува не менее 12 м/с), А	45
Масса (без изолятора), кг, не более	53,5



### Дроссель 1ДРЭ.007.2 У1

Дроссель предназначен для сглаживания выпрямленного напряжения 110 В и является составной частью системы питания цепей управления электропоезда.

Технические данные	
Род тока	Пульсирующий
Индуктивность при подмагничивании пульсирующим током 20А, мГ	от 61 до 64
Номинальный ток (среднее значение), А	40
Частота, Гц	100
Объем масла, л	8,5
Масса (без масла), кг	70

### Дроссели 1ДРЭ 059 У2, 1ДРЭ 001.1 У3, 1ДРЭ 001.2 У3

Дроссель 1ДРЭ 059 У2 – служит для защиты от высокого напряжения низковольтной аппаратуры при обрыве цепи устройства заземления первичной обмотки тягового трансформатора.

Дроссель 1ДРЭ 001.1 У3 – входит в состав фильтра для цепей локомотивной сигнализации.

Дроссель 1ДРЭ 001.2 У3 – входит в состав фильтра питания для радиостанции.

Параметры	Тип дросселя		
	1ДРЭ 059	1ДРЭ 001.1	1ДРЭ 001.2
Индуктивность (при номинальном токе), Г	–	от 0,3 до 0,4	от 0,15 до 0,2
Ток номинальный, А	40	2	4
Ток при напряжении на катушке от 3 до 4 В, 50 Гц, А, не более	0,75		
Сопrotивление постоянному току, Ом	от 0,0142 до 0,0174	от 1,96 до 2,39	от 1,3 до 1,58
Масса, кг	7,0	11,2	11,5

### Реле герконовые 1РЭ.008

Герконовые реле 1РЭ.008 применяются в качестве реле защиты тяговых двигателей от аварийной перегрузки в тормозном режиме (реле РПТ), реле контроля наличия тока в тормозном режиме (реле РТ), реле боксования (реле РБ) и разностного боксования (реле РРБ).

Технические данные реле 1РЭ.008		
Тип реле	1РЭ.008	1РЭ.008.01
Тип геркона	КЭМ-1 гр. А	КЭМ-1 гр. А
Ток срабатывания, мА	от 1,7 до 2,4	от 9 до 18
Электрическое сопротивление катушки реле при +200 °С, Ом	от 7200 до 8800	от ИЗО до 1290
Масса, кг, не более	0,16	0,13

**Технические данные реле РПТ, РТ, РБ, РРБ**

Наименование параметров	Реле РПТ	Реле РТ	Реле РБ и РРБ
Напряжение постоянного тока между выводами 01 и 02, В, в пределах	550–600	–	75–125
Ток срабатывания по входной цепи, мА	–	21–36	РБ: 1,7–2,7 РРБ: 9,0–18,0

**Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1**

Трансформатор 1ТРЭ.071.1 У1 предназначен для гальванической развязки цепей управления 110 В и заряда батареи от питающей сети.

**Технические данные**

Мощность, кВт	9
Частота, Гц	50
Род тока	переменный
Масса без масла, не более, кг	125
Первичная обмотка (выводы 61–62Л): – номинальное напряжение, В – номинальный ток, А	220 50
Вторичная обмотка (выводы 71А–71Г): – номинальное напряжение, В – номинальный ток, А	188 50

**Трансформаторы 2ТРЭ.037 У3, 1ТРЭ.056.2 У2, 1ТРЭ.096 У2**

Трансформаторы предназначены для применения в системе автоматического управления пуском и торможением тяговых двигателей.

**1ТРЭ.056.2 У2** – импульсные трансформаторы, управляющие тиристорами в системе управления торможением.

**1ТРЭ.096 У2** – трансформатор питания датчиков тока системы управления торможением и пуском тяговых двигателей.

**2ТРЭ.037.1 У3, 2ТРЭ.037.2 У3** – трансформаторы в цепях установки блока электронного реле ускорения.

**2ТРЭ.037.5 У3** – разделительный трансформатор в блоке управления торможением.

Параметры	Тип трансформатора				
	1ТРЭ.056.2	1ТРЭ.096	2ТРЭ.037.1	2ТРЭ.037.2	2ТРЭ.037.5
Частота, Гц		50	50	50	50
Род тока	импульсный		переменный		
Марка стали	3421...3425	3407		3414	
Сечение сердечника, см <sup>2</sup>	0,9×2=1,8	7		0,9	
Масса, кг, не более	0,3	3,5		0,1	
Первичная обмотка (Н1-К1): – номинальное напряжение, В – номинальный ток, А	имп. 110 0,3	220 0,2	12 0,05	40 0,05	6,5 0,05
Вторичная обмотка (Н2-К2): – номинальное напряжение, В – номинальный ток, А	30 0,3	120–130 0,1	24 0,05	11 0,05	6,5 0,05

Примечание: Трансформатор 1ТРЭ 096 имеет дополнительно обмотки Н3-К3 и Н4-К4, полностью идентичные его обмотке Н2-К2.



## Трансформаторы 1ТРЭ.033.1 У3, 1ТРЭ.069 У3, 1ТРЭ.110.2 У3, 1ТРЭ.129 У2

**1ТРЭ.033.1 У3** – импульсные трансформаторы блока 1БЭ.305.2 (БУС),

**1ТРЭ.110.2 У3** – входные трансформаторы блока (БУС),

**1ТРЭ.069 У3** – понижающий трансформатор ТрП для питания АЛС,

**1ТРЭ.129 У2** – трансформаторы тока Т2, Т4 (датчики входного тока выпрямителя) и трансформатор тока Т8 (датчик тока расщепителя фаз).

Параметры	Тип трансформатора			
	1ТРЭ.033.1	1ТРЭ.110.2	1ТРЭ.069	1ТРЭ.129
Мощность, Вт	–	10	210	–
Частота, Гц	–	50	50	50
Род тока	импульсный		переменный	
Масса, кг, не более	0,06	1,4	6,5	1,2
Первичная обмотка (Н1-К1):				
– номинальное напряжение, В	9	320	220	–
– номинальный ток, А	0,3	0,05	0,95	400
Вторичная обмотка (Н2-К2):				
– номинальное напряжение, В	25	64	72	50
– номинальный ток, А	1,7	0,15	3,5	0,12
Вторичная обмотка (Н3-К3):				
– номинальное напряжение, В	11	32	–	–
– номинальный ток, А	1,8	0,15	–	–

## Контакты электромагнитные КМ2000

В комплекте электрооборудования электропоезда ЭД9М используются следующие типы контакторов серии КМ2000:

**КМ2291-7, КМ2291-10** – контакторы отопления в головном, моторном и прицепном вагонах, а также контактор резервного соединения КРС в прицепном вагоне;

**КМ2332-23** – контактор расщепителя КР в моторном вагоне;

**КМ2392-23** – контактор соединительный КРС1 в моторном вагоне;

**КМ2145-23** – контактор сети в моторном вагоне;

**КМ2311-9** – 220 В – контактор КТ блока заряда батареи в головном вагоне;

**КМ2211-7**, катушка 110 В – контакторы освещения в головном, моторном и прицепном вагонах;

**КМ2141-10**, катушка 110 В – повторитель включения воздушного выключателя ПВВ1 в моторном вагоне;

**КМ2441-10**, катушка 110 В – повторитель включения воздушного выключателя ПВВ2 в моторном вагоне;

**КМ2143-23**, катушка 110 В – контактор защиты моторного вагона.

Подробные технические характеристики контакторов – в номенклатурном каталоге «Низковольтная аппаратура».

**Перечень запасных частей к комплекту электрооборудования электропоезда ЭД9М**

Название	№ чертежа	Входимость
Резистор СР331 А	6БС.273.543-03	Ящик ЯКЭ-13 8Г-7 У1
Резистор СР332 А	6БС.273.543-04	Ящик ЯКЭ-13 8Г-7 У1
Резистор 1СЭ.016 У2	6БС.273.550	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Трансформатор 1ТРЭ.129 У2	6БС.172.425	Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1, панель 1ПАЭ 443.1 У3
Трансформатор 1ТРЭ.056.2 У2	6БС.172.420	Ящик 1ЯЭ-106.1 У1
Трансформатор 1ТРЭ.096 У2	6БС.172.418	Ящик 1ЯЭ-106.1 У1
Реле РБ-РРБ	6БС.381.091	Ящик 1ЯЭ-106.1 У1
Реле РПТ	6БС.381.089	Ящик 1ЯЭ-106.1 У1
Реле РТ	6БС.381.090	Ящик 1ЯЭ-106.1 У1
Реле 1РЭ.008 У2	6БС.235.017	Реле РБ-РРБ, реле РПТ
Реле 1РЭ.008.01 У2	6БС.235.017-1	Реле РБ-РРБ, реле РТ
Усилитель магнитный 1УМЭ.007.8 У2	6БС.172.421	Ящик 1ЯЭ-106.1 У1
Блок БРУ	6БС.389.722	Панель 1ПАЭ.442.1 У3
Блок БРТ	6БС.389.723	Панель 1ПАЭ.442.1 У3
Ячейка ИП-2	6БС.381.094	Блок БРУ, блок БРТ
Ячейка УУ-4	6БС.381.093	Блок БРУ, блок БРТ
Ячейка ФС-ФП	6БС.381.098	Блок БРУ, блок БРТ
Ячейка ТТ-2	6БС.381.092	Блок БРУ, блок БРТ
Блок БУТР	6БС.389.725	Панель 1ПАЭ.442.1 У3
Ячейка ИП-1	6БС.381.097	Блок БУТР
Ячейка Р	6БС.381.100	Блок БУТР
Ячейка ФР	6БС.381.095	Блок БУТР
Ячейка ФС-ИТ	6БС.381.096	Блок БУТР
Блок БУС	6БС.389.760	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Плата БУС	6БС.381.125	Блок БУС
Трансформатор	6БС.172.429	Блок БУС
Блок UI	6БС.389.759	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Ячейка UI	6БС.381.126	Блок UI
Ячейка KV	6БС.381.130	Блок UI
Блок БТЗ	6БС.389.758	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Плата БТЗ	6БС.381.102	Блок БТЗ
Блок БСМЭ	6БС.389.729	Блок 1БЭ.213.6 У3
Панель БСМЭ	6БС.381.107	Блок БСМЭ
Реле времени РЭ.017	6БС.381.099 исп.00	Панель 1ПАЭ.442.1 У3
Реле времени РЭ.017-01	6БС.381.099-01 исп.01	Панель 1ПАЭ.442.1 У3
Реле времени РЭ.017-02	6БС.381.099-02 исп.02	Панель 1ПАЭ.442.1 У3 Панели 1ПАЭ.441.1 У3, 1ПАЭ.441 У3



Название	№ чертежа	Входимость
Ограничитель перенапряжения ОП.01 У2	6БС.391.319	Все панели, блоки и ящики
Блок RSB	6БС.389.761	Блок 1БАЭ. 169.7 У3
Плата RSB	6БС.381.103	Блок RSB
Контактор КМ2141-10 М4	А11-1013-02	Блок 1БЭ.213.6У3
Контактор КМ2143-23 М4	А11-1311-02	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Контактор КМ2291-7 М4	А11-4141-02	Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1 Панели 1ПАЭ.375.1, 1ПАЭ.383 У3
Контактор КМ2291-10 М4	А11-4142-02	Ящик ЯКЭ-13 8Г-7 У1 Панели 1ПАЭ.375.1, 1ПАЭ.383
Контактор КМ2332-23 М4	А11-1731-02	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Контактор КМ23 92-23 М4	А11-4074-02	Ящик ЯКЭ-13 8Г-7 У1
Контактор КМ2145-23 М4	А11-1577-02	Панель 1ПАЭ.443.1 У3
Контактор КМ2211-7 М4	А11-1607-02	Блок 1БЭ.215.2 У3 Панели 1ПАЭ.441.1 У3, 1ПАЭ.441 У3
Контактор КМ2441-10 М4	А11-1049-02	Блок 1БЭ.213.6 У3
Контактор КМ2311-10 М4	А11-3201-02	Блок 1БАЭ. 169.7 У3
Переключатель реверсивный 1ПЭ.008 У2	6БС.264.134	Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1
Заземлитель трансформатора ГРЭ-2А-6 У2	6БС.259.029	Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1
Контроллер силовой 1КСЭ.023 У2	6БС.243.036	Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1
Контроллер силовой 1КСЭ.024 У2	6БС.243.037	Ящик 1ЯЭ.106.1У1
Контактор кулачковый	6БС.242.006-1	Контроллеры 1КСЭ.023 У2, 1КСЭ.024 У2 Переключатель 1ПЭ.008 У2
Связь гибкая	5БС.505.053-01	Контактор кулачковый 6БС.242.006-1
Пружина	8БС.282.071	Контактор кулачковый 6БС.242.006-1
Пружина	8БС.282.072	Контактор кулачковый 6БС.242.006-1
Контакт	8БС.551.486	Контактор кулачковый 6БС.242.006-1
Контактор КЭ-46А-1	6ТД.687.043.1	Контроллеры 1КСЭ.023 У2, 1КСЭ.024У2
Выключатель кулачковый	6БС.262.071	Контроллеры 1КСЭ.023 У2, 1КСЭ.024 У2
Перегородка	8БС.742.313	Контроллеры 1КСЭ.023 У2, 1КСЭ.024 У2
Перегородка	8БС.742.314	Контроллер силовой 1КСЭ.023 У2
Перегородка	8БС.742.314-01	Контроллер силовой 1КСЭ.024 У2
Вал кулачковый	5БС.237.033	Контроллер силовой 1КСЭ.023 У2
Комплект шайб кулачковых	8БС.237.158-178	Контроллер силовой 1КСЭ.023 У2
Вал кулачковый	5БС.237.034	Контроллер силовой 1КСЭ.024 У2
Комплект шайб кулачковых	8БС.237.179-205	Контроллер силовой 1КСЭ.024 У2
Привод пневматический	6БС.745.007	Контроллеры 1КСЭ.023 У2, 1КСЭ.024 У2
Манжета	5БС.373.003	Привод пневматический 6БС.745.007
Шайба	8БС.951.762	Привод пневматический 6БС.745.007
Крышка	5БС.314.108-02	Ящик 1ЯЭ. 106.1 У1, Ящик ЯКЭ-13 8Г-7 У1
Крышка	5БС.314.108-03	Ящик 1ЯЭ. 106.1 У1, Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1
Крышка	5БС.314.108-04	Ящик 1ЯЭ.106.1 У1, Ящик ЯКЭ-138Г-7 У1



Название	№ чертежа	Входимость
Крышка	5БС.314.108	Ящик 1ЯЭ.107 У1
Крышка	5БС.314.108-01	Ящик 1ЯЭ.107 У1
Якорь	5БС.684.785-01	Двигатель ТЭД-3 У1
Катушка якоря	5БС.923.595-01	Двигатель ТЭД-3 У1
Уравнитель	5БС.547329-01	Двигатель ТЭД-3 У1
Манжета	5БС.373.173	Двигатель ТЭД-3 У1
Коллектор	6БС.670.521-01	Двигатель ТЭД-3 У1
Кронштейн	5БС.121.668	Двигатель ТЭД-3 У1
Полюс главный	5БС.633.065-02 5БС.633.065-03	Двигатель ТЭД-3 У1 Двигатель ТЭД-3 У1
Полюс добавочный	5БС.635.570 5БС.635.570-01	Двигатель ТЭД-3 У1 Двигатель ТЭД-3 У1
Щеткодержатель со стойкой	5БС.112.176	Двигатель ТЭД-3 У1
Щеткодержатель	5БС.112.140-12	Двигатель ТЭД-3 У1
Механизм нажимной	5БС.090.488-23	Двигатель ТЭД-3 У1
Щит подшипниковый «Р»	8БС.013.153	Двигатель ТЭД-3 У1
Щит подшипниковый «К»	8БС.013.154	Двигатель ТЭД-3 У1
Крышка подшипника, сторона «Р»	8БС.318.007	Двигатель ТЭД-3 У1
Крышка подшипника, сторона «К»	8БС.318.008	Двигатель ТЭД-3 У1



## Комплект электрооборудования для электропоезда ЭД4Э

Энергосберегающий комплект электрооборудования разработан для электропоездов постоянного тока ЭД4Э с напряжением контактной сети 3000 В. Комплект предназначен для установки на головном, моторном и прицепном вагонах и обеспечивает экономичный пуск и рекуперативно-реостатное торможение.

### Состав комплекта

- тяговые двигатели ТЭД-4 У1;
- электромашинный преобразователь ЭВП-50/45 У1;
- электрические аппараты силовых цепей;
- аппараты вспомогательных цепей и цепей управления;
- аппараты защиты.



### Преимущества энергосберегающего комплекта оборудования электропоезда ЭД4Э, по сравнению с эксплуатируемыми и выпускаемыми электропоездами постоянного тока типа ЭР2Т, ЭТ2, ЭД2Т, ЭД4М, ЭД4МК:

- двукратное уменьшение реостатных потерь при пуске;
- повышение эффективности системы рекуперативного торможения благодаря расширению диапазона рекуперации от максимальной скорости до скорости  $V=18$  км/ч (на ЭД4М рекуперация до скорости  $V=55$  км/ч);
- уменьшение в два раза токовых нагрузок тяговой аппаратуры и соответственное снижение расходов на обслуживание силового электрооборудования, повышение надежности его работы и увеличение межремонтных пробегов; существенное повышение ускорения, замедления и динамических свойств поезда.

Экономия электроэнергии при применении данного электропривода составляет, по расчетным данным, около 18%, в сравнении с эксплуатируемым приводом серийного электропоезда ЭД4М. Эти данные подтверждены сравнительными испытаниями ЭД4Э-001 с электропоездом ЭД2Т-50, проведенными ВНИИЖТ в 2003 году в эксплуатационном режиме.

### Достижение этих преимуществ обеспечивается применением следующих новых решений:

- тяговые двигатели ТЭД-4 (УНОМ=1500 В) с компенсационными обмотками;
- быстродействующий выключатель повышенной отключающей способности;
- питание цепей собственных нужд от электромашинного агрегата повышенной мощности;
- схема последовательно-параллельного переключения групп тяговых двигателей в режимах пуска и рекуперативно-реостатного торможения;

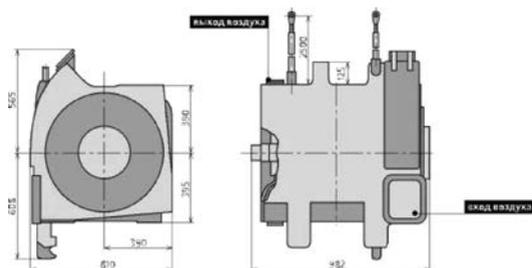


## Тяговый двигатель ТЭД-4 У1

### Основные характеристики двигателя ТЭД-4 У1

- род тока постоянный;
- возбуждение двигателя последовательное;
- двигатель имеет три степени возбуждения 20, 50 и 100%, обеспечивает плавное регулирование частоты вращения от 600 до 2240 об/мин.

Технические данные	
Мощность (на валу) номинальная (S2–60 мин.)	235 кВт
Мощность (на валу) длительная (S1)	180 кВт
Напряжение номинальное	1500 В
Напряжение максимальное	2000 В
Частота вращения номинальная	1250 об/мин
Частота вращения максимальная	2240 об/мин
КПД номинальный	90%



Габаритные и установочные размеры

## Электромашинный преобразователь ЭВП-50/45 У1

Основные параметры двигателя преобразователя

Наименование параметра	Величина параметра
Режим работы	Продолжительный
Напряжение с учетом падения напряжения на демпферном резисторе, В	3000
Мощность, кВт	50
Ток, А	19
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1000
Амплитуда одиночных импульсов входного напряжения длительностью 10 мс с периодом повторения 3 мин., В	8000
Класс изоляции обмоток по нагревостойкости	F
Степень защиты двигателя/коллектора по ГОСТ 17494	IP 22/IP 54
Форма управления по способу монтажа по ГОСТ 2479	IM 1001
Сопротивление демпферного резистора в цепи якоря, Ом	8,4







## Комплект электрооборудования для вагонов метрополитена

Электрооборудование входит в комплекты вагонов метрополитена типов 81-717.5М и 81-714.5М – 6БС.389.605 (головной вагон), 6БС.389.606 (промежуточный вагон) по техническим условиям ТУ 3456-088-05757908-98 и 6БС.389.605-01, 6БС.389.606-01 по ТУ 3456-160-05757908-2002.

Электрооборудование обеспечивает маневровый режим, ручной и автоматический многоступенчатый пуск с переключением тяговых двигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение, импульсное регулирование возбуждения двигателей при торможении, автоматическое и ручное электродинамическое торможение, работу вагонов по системе многих единиц, резервное управление поездом.



### Состав комплекта

- двигатель тяговый постоянного тока типа ТДМ-1 (ТДМ-1Э);
- электрические аппараты высокого напряжения для электропривода;
- аппаратура защиты и управления;
- электрические аппараты защиты.

### Условия эксплуатации

- Высота над уровнем моря не более 1400 м.
- Температура окружающего воздуха от минус 45 °С до плюс 40 °С.
- Относительная влажность окружающего воздуха не более 80% при температуре 20 °С.
- Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.
- Климатическое исполнение У2 и У3 по ГОСТ 15150.
- Обслуживание электрооборудования, установленного на вагоне, должно производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации метрополитенов», руководством по эксплуатации вагонов и инструкциями по эксплуатации на аппараты и двигатели.

### Основные технические данные

- Номинальное напряжение сети постоянного тока:
  - силовой цепи – 750 В;
  - цепи управления – 75 В.
- Мощность тяговых двигателей суммарная – не менее 4×114 кВт.

### Защита

Защита электрооборудования выполнена селективной, автоматической и срабатывает во всем диапазоне эксплуатационных скоростей движения и изменений уровня питающего напряжения в тяговом и тормозном режимах. Электросхема предусматривает следующую защиту электрооборудования:

- главной цепи в тяговом режиме – от коротких замыканий и перегрузок с помощью главного предохранителя;
- главной цепи в тормозном режиме – от коротких замыканий и перегрузок с помощью электронной защиты регулятора РТЭ-300/300АМ, реле перегрузки;



- вспомогательных высоковольтных цепей – с помощью тепловых и токовых реле с контакторами, плавких предохранителей,
- цепей питания аккумуляторной батареи, цепей управления и низковольт-

ных вспомогательных – с помощью автоматических выключателей и предохранителей.

Основные параметры электродвигателя и аппаратуры приведены ниже.

### Двигатель тяговый постоянного тока типа ТДМ-1 (ТДМ-1Э)

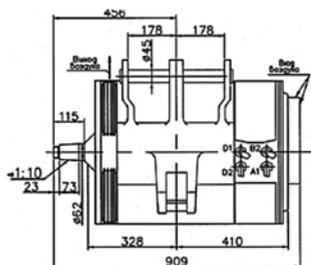
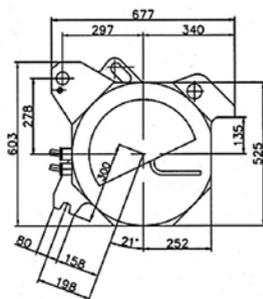
Двигатели предназначены для комплектации электрооборудования вагонов метрополитена, соответствуют требованиям ГОСТ 2582-81 и ТУ 3355-045-05757908-94.

Двигатели поставляются внутри Российской Федерации для колеи 1520 мм и на экспорт (ТДМ-1Э) для колеи 1435 мм. Двигатели взаимозаменяемы с двигателями ДК-117ДМ и ДК-117ВМ.



#### Технические данные

Режим работы	S2 (60 мин.)
Мощность, кВт	114
Ток, А	295
Напряжение, В	375
Частота вращения, об/мин	1500
Максимальная частота вращения, об/мин	3400
Направление вращения	в обе стороны
Возбуждение	последовательное



Габаритные и установочные размеры



## Электрические аппараты высокого напряжения для электропривода

### Групповой реостатный контроллер типа ЭКГМ-39 У2

Предназначен для переключения ступеней пускатормозных резисторов в цепи тяговых электродвигателей в режимах хода и торможения и резисторов ослабления поля возбуждения тяговых электродвигателей в режиме хода. Кулачковый барабан контроллера имеет 18 фиксированных позиций и вращается от реверсивного электромеханического привода, обеспечивающего остановку в заданной позиции электрическим торможением привода, управляющим сигналом реле ускорения.

Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В.

Кулачковые элементы силовых цепей 6БС.242.006 (типа КЭ-47Г) рассчитаны на номинальное напряжение 750 В и длительный ток 260 А, а кулачковые элементы цепей управления 6БС.262.071 (типа ЭУ-1) – на номинальное напряжение 75 В и длительный ток 20 А. Степень защиты – IP 11. Габаритные размеры: 1540×790×706 мм. Масса – 253 кг.

### Реверсор типа ПРМ-772Д У2

Предназначен для коммутации цепей обмоток якорей тяговых двигателей с целью изменения направления их вращения. Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В. Номинальный ток силовой цепи – 260 А.

Номинальное напряжение цепей управления – 75 В. Номинальный ток цепей управления – 20 А. Степень защиты – IP 33. Габаритные размеры: 530×760×652 мм. Масса – 102 кг.

### Переключатель положений типа ПКГМ-761Д У2

Предназначен для переключения тяговых электродвигателей с последовательного соединения на параллельное и с режима тяги в режим электрического торможения. Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В. Номинальный ток силовой цепи – 260 А.

Номинальное напряжение цепей управления – 75 В. Номинальный ток цепей управления – 20 А. Степень защиты – IP 11. Габаритные размеры: 1540×790×706 мм. Масса – 220 кг.

### Ящик с линейными контакторами типа ЛКМ-762 У2

Предназначен для включения и отключения силовой цепи тяговых электродвигателей. Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В. Номинальный ток силовой цепи – 400 А.

Напряжение номинальное цепи управления – 75 В. Номинальный ток силовых цепей – 20 А. Степень защиты – IP 01. Габаритные размеры: 1082×642×786 мм. Масса – 250 кг.

### Ящик с контакторами ЯМКМ У2

В ящик входят электромагнитные контакторы и тепловое реле для коммутации и защиты электрооборудования. Номинальный ток контакторов/теплового реле – 20/7А.

Степень защиты – IP 33. Габаритные размеры: 490×278×517 мм. Масса – 30 кг.



### Регулятор тиристорный типа РТЭ-300/300АМ У2

Регулятор тиристорный РТЭ-300/300 АМ У2, состоящий из силового блока типа БСЭ-29, блока управления типа БУ-13АМ и датчика тока, предназначен для импульсного регулирования среднего значения тока возбуждения тяговых электродвигателей в тормозном режиме.

Номинальное выходное напряжение – 300 В.  
Номинальный ток нагрузки – 300 А.  
Номинальное напряжение питания системы управления –  $75 \pm 15$  В.  
Габаритные размеры: 862×570×600 мм.  
Масса – 157 кг.

### Разъединитель однополюсный ГВМ-10 Ж У2

Предназначен для бестоковой коммутации силовой цепи вагонов метрополитена. Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В.  
Номинальный силовой ток главной цепи – 400 А.

Степень защиты – IP 43.  
Габаритные размеры: 280×303×179 мм.  
Масса – 10,8 кг.

### Токоотвод ЗУММ-2 У2

Предназначен для обеспечения электрической связи силовой схемы вагона с ходовыми рельсами.  
Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В.

Номинальный силовой ток главной цепи – 100 А.  
Степень защиты – IP 00.  
Габаритные размеры: 288×185×260 мм.  
Масса – 1,9 кг.

### Блок резисторов БРС-12 У2 (комплект из восьми блоков)

Предназначен для регулирования напряжения на тяговых электродвигателях при пуске и торможении.  
Мощность номинальная – 128 кВт.  
Напряжение номинальное – 750 В.

Степень защиты – IP 00.  
Габаритные размеры (одного блока): 285×672×700 мм.  
Масса (восьми блоков) – 453 кг.

### Блок резисторов БРР-8 У2

Предназначен для шунтирования обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при регулировании возбуждения в режиме хода.  
Мощность номинальная – 8 кВт.

Напряжение номинальное – 750 В.  
Степень защиты – IP 00.  
Габаритные размеры: 180×672×700 мм.  
Масса – 36 кг.

### Блок резисторов БРО-4 У2

Ограничение тока при коротких замыканиях в высоковольтных вспомогательных цепях.  
Мощность номинальная – 4/2 кВт.  
Напряжение номинальное – 750 В.

Степень защиты – IP 00.  
Габаритные размеры: 315×700×597 мм.  
Масса – 51 кг.

### Ящик резисторов типа ЯСМ-44В2У2 (ЯСМ-44Г-У2)

Применяются для различных целей в электрических цепях вагонов.  
Степень защиты – IP 10.

Габаритные размеры: 600×600×160 мм.  
Масса – 29,3 кг.



### Шунт индуктивный ИШЭ-15А У2

Индуктивный шунт ИШЭ-15А У2 предназначен для обеспечения коммутации двигателей в переходных режимах и состоит из двух групп соединенных последовательно катушек.

Напряжение номинальное – 750 В.  
Ток номинальный – 160 А.  
Степень защиты – IP 00.  
Габаритные размеры: 445×480×290 мм.  
Масса – 130 кг.

### Блок зажимов СКМ-25Ж У2

Блок предназначен для соединения монтажных проводов.  
Степень защиты – IP 33.

Габаритные размеры: 231×215×119 мм.  
Масса – 3,5 кг.

### Блок зажимов СКМ-43А У2

Блок предназначен для соединения монтажных проводов.  
Степень защиты – IP 33.

Габаритные размеры: 302×294×122 мм.  
Масса – 11 кг.

### Муфта соединительная СВМ-4А У2

Муфта предназначена для соединения монтажных проводов.  
Степень защиты – IP 44.

Габаритные размеры: 322×46×53 мм.  
Масса – 2,1 кг.

## Аппаратура защиты и управления

### Контроллер машиниста КВМ-70А У3

Командоаппарат, приводимый в действие машинистом, предназначен для формирования команд управления тяговыми электроприводами вагонов.

Степень защиты – IP 11.  
Габаритные размеры: 340×214×656 мм.  
Масса – 130 кг.

### Контроллер КВМ-68А У3

Контроллер предназначен для резервного управления вагонами метрополитена с целью эвакуации неисправного состава с линии.

Габаритные размеры: 110×110×176 мм.  
Масса – 1,4 кг.

### Выключатель батареи ВВМ-13Б У3

Предназначен для включения и отключения аккумуляторной батареи на вагоне.

Габаритные размеры: 93×76×190 мм.  
Масса – 0,81 кг.

### Панель с резисторами и диодами ПСМ-82

Входит в аппаратный отсек головного вагона. На панель устанавливаются: демпферные резисторы белых фар и электропневматического клапана (ЭПК), аппаратура стабилизации напряжения 12В для устройств автоматического регулирования скорости (АРС), развязывающие диоды вспомогательных цепей высокого напряжения.

Номинальное напряжение цепей панели – 75 В.  
Номинальное напряжение цепей стабилизатора АРС – 12 В.  
Габаритные размеры панели: 490×340×100 мм.  
Масса панели – 5 кг.



## Электрические аппараты защиты

### Ящик с аппаратурой ЯРДМ-2 У2 (ЯРДМ-2А У2)

Предназначен для токовой защиты силовых цепей тяговых двигателей от неполного короткого замыкания. Датчики ящика реагируют на разность токов в группах тяговых двигателей. Напряжение номинальное силовой цепи – 750 В.

Номинальный силовой ток главной цепи – 280 А.  
Напряжение цепи управления – 75 В.  
Степень защиты – IP 33.  
Габаритные размеры: 456×304×467 мм.  
Масса – 20 кг.

### Ящик с аппаратурой ЯРДЭ-1

Ящик дифференциального электронного ЯРДЭ-1 предназначен для замены ЯРДМ-2А У2 с герсиконовыми контакторами, осуществляющего дифференциальную токовую защиту цепей тяговых двигателей вагонов метрополитена.

Его преимущества: замена электро-механической аппаратуры на электронную; увеличение срока службы ящика; уменьшение затрат на обслуживание; уменьшение времени срабатывания защиты; световая сигнализация работоспособности ящика.

### Ящик с предохранителями ЯПМ-57Е У2

Предназначен для защиты главной электрической цепи в случае несрабатывания других видов защиты.

Степень защиты – IP 10.  
Габаритные размеры: 646×155×325 мм.  
Масса – 21 кг.

### Ящик с предохранителями ЯПМ-60А У2

Предназначен для защиты высоковольтных цепей вагонов метрополитена.

Габаритные размеры: 646×300×155 мм.  
Масса – 15,3 кг.

### Блок предохранителей БПМ-18 У3

Предназначен для защиты вспомогательных цепей вагонов метрополитена. Степень защиты – IP 11.

Габаритные размеры: 342×259×84 мм.  
Масса – 6 кг.

### Выключатель конечный ножной НВМ-741Ж

Выключатель (педаль безопасности) является составной частью устройства безопасности.

Габаритные размеры: 255×155×130 мм.  
Масса – 2,5 кг.

## Взаимозаменяемость электрических аппаратов

№	Обозначение	Наименование	Взаимозаменяемость с комплектами ИДБМ.566451.004; ИБДМ.566441.007	
			-01	-02
1	ЭКГМ-39Б У2	Контроллер	да	
2	ЭКГМ-39Б.1 У2	Контроллер		да
3	ПКГМ-761Д У2	Переключатель	да	
4	ПКГМ-761Е.1 У2	Переключатель		да
5	ПРМ-772Д У2	Реверсор	да	да
6	ЛКМ-762 У2	Ящик с контакторами	да	



№	Обозначение	Наименование	Взаимозаменяемость с комплектами ИДБМ.566451.004; ИБДМ.566441.007	
			-01	-02
7	ЛКМ-762.1 У2	Ящик с контакторами		да
8	ГВМ-10Ж У2	Разъединитель однополюсный	да	да
9	ЯМКМ У2	Ящик с контакторами	да	
10	ЯМКМ-01 У2	Ящик с контакторами	да	да
11	ЯМКМ-02 У2	Ящик с контакторами		да
12	ЯСМ-44Г2 У2	Ящик с сопротивлениями	да	да
13	ЯСМ-44В У2	Ящик с сопротивлениями	да	
14	ЯРДМ-2А У2	Ящик с аппаратурой	да	да
15	ЯПМ-60А У2	Ящик с предохранителями	да	
16	ЯПМ-60А.1 У2	Ящик с предохранителями		да
17	ЯПМ-57Е У2	Ящик с предохранителями	да	да
18	БПМ-18 У3	Блок предохранителей	да	да
19	6БС.221.016-01	Предохранитель 75В; 20А	да	да
20	5БС.302.349	Кожух	да	да
21	ВВМ-13Б У3	Выключатель батареи	да	да
22	СКМ-43А У2	Коробка соединительная	да	да
23	СКМ-25Ж У2	Коробка соединительная	да	да
24	5БС.505.053	Гибкая связь	да	да
25	ЗУММ-2 У2	Токоотвод	да	да
26	НВМ-741 У3	Выключатель ножной	да	да
27	КВМ-68А У3	Контроллер кулачковый	да	да
28	КВМ-70А У3	Контроллер кулачковый	да	
29	КВМ-70А.1 У3	Контроллер кулачковый		да
30	КВМ-71 У3	Контроллер	да	да
31	ПСМ-82А У3	Блок с резисторами и диодами	да	да
32	СВ-4А У2	Муфта соединительная	да	да
33	БРС-12 У2	Блок резисторов	да	да
34	БРР-8 У2	Блок резисторов	да	да
35	БРО-4 У2	Блок резисторов	да	
36	БРО-4.1 У2	Блок резисторов		да
37	6КЖ.273.010	Резистор (вх. в устр. автореж.)	да	да



## Перечень запасных узлов и деталей

Наименование	Тип изделия	Обозначение чертежа	
		предприятия	аналога
Контактор кулачковый	КЭ-47	6БС.242.006	6ТД.687.044; ТИБЛ.685119.006
Болт	КЭ-47	8БС.921.864	8ТД.920.096
Гибкая связь	КЭ-47	5БС.505.053	5ТД.505.033; ТИБЛ.685616.047
Основание	КЭ-47	5БС.024.991	5ТД.780.051
Основание неподвижного контакта	КЭ-47	8БС.025.318	8ТД.104.006; ТИБЛ.757489.003
Основание подвижного контакта	КЭ-47	5БС.025.021	5ТД.231.107; ТИБЛ. 304551.004
Ось	КЭ-47	8БС.206.050	8ТД.206.360
Пружина	КЭ-47	8БС.282.071	8ТД.281.304; ТИБЛ.735513.027
Пружина	КЭ-47	8БС.282.072	8ТД.281.305; ТИБЛ.735513.028
Скоба	КЭ-47	5БС.140.938	5ТД.231.136
Выключатель кулачковый	ЭУ-5	6БС.262.071	
Контакт	ЭУ-5	5БС.551.690	ТИБЛ.685174.004
Мостик контактный	ЭУ-5	5БС.553.082	ТИБЛ.685171.002-04
Вал	ЭКГ-39	7БС.350.858	8ТД.246.006-01; ТИБЛ.722565.001
Колесо зубчатое	ЭКГ-39	8БС.245.062	8ТД.240.050; ТИБЛ.721342.002
Колесо червячное	ЭКГ-39	8БС.245.063	8ТД.245.000; ТИБЛ.722524.001
Корпус	ЭКГ-39	8БС.000.506	8ТД.003.129.03; ТИБЛ.731464.001
Редуктор	ЭКГ-39	6БС.724.049	6ТД.724.006-02
Электродвигатель	ЭКГ-39	6БС.144.096	6ТД.149.009-02
Контактор электропневматический ПКМ-163 УЗ (ЛК1; ЛК2) (ЛК3) (ЛК4) (ЛК5)	ЛК-762	6БС.249.012 6БС.249.012-02	2ТД.420.004
		6БС.249.012-03	
		6БС.249.012-04	
Камера дугогасительная	ПК-163	5БС.740.147	2ТД.410.004-0
Катушка дугогасительная	ПК-162	8БС.527.006	8ТД.527.000; ТИБЛ.757442.010
Контакт блокировочный (ЛК1; ЛК2)	ПК-163	5БС.551.701	5ТД.551.233; ТИБЛ.685112.018
Контакт блокировочный (ЛК3)	ПК-163	5БС.551.705	5ТД.551.213; ТИБЛ.685112.016
Контакт блокировочный (ЛК4)	ПК-163	5БС.551.706	5ТД.551.212; ТИБЛ.685112.020
Контакт блокировочный (ЛК5)	ПК-163	5БС.551.707	5ТД.551.214; ТИБЛ.685112.017
Контакт блокировочный	ЛК	5БС.551.702	5ТД.551.295; ТИБЛ.685112.018
Контакт неподвижный	ПК-162	5БС.551.709	5ТД.551.228



Наименование	Тип изделия	Обозначение чертежа	
		предприятия	аналога
Контакт подвижный	ПК-162	5БС.551.708	5ТД.551.227
Контактодержатель	ПК-162	8БС.104.008	8ТД.104.052
Контактодержатель	ПК-162	8БС.104.009	8ТД.104.062
Контактодержатель	ПК-162	8БС.104.010	8ТД.104.032
Контактодержатель	ПК-162	8БС.104.012	8ТД.104.037
Контактодержатель	ПК-162	8БС.104.013	8ТД.104.038
Контактодержатель	ПК-162	5БС.104.018	5ТД.104.004
Крышка	ПК-162	8БС.313.434	8ТД.313.068; ТИБЛ.752145.001
Палец	ПК-162	8БС.277.401	8ТД.568.006; ТИБЛ.745576.007
Пальцы контактные (ЛК1; ЛК2)	ПК-163	5БС.568.114	5ТД.568.039
Пальцы контактные (ЛК3)	ПК-163	5БС.568.115	5ТД.568.037
Пальцы контактные (ЛК4)	ПК-163	5БС.568.125	5ТД.568.040
Пальцы контактные (ЛК5)	ПК-163	5БС.568.126	5ТД.568.038
Привод пневматический	ПК-162	5БС.745.006	5ТД.740.000
Пружина	ПК-162	8БС.282.081	8ТД.281.180
Пружина	ПК-162	8БС.282.082	8ТД.281.334; ТИБЛ.753513.011
Связь гибкая	ПК-162	5БС.505.055	5ТД.583.024
Тяга изоляционная	ПК-162	8БС.234.140	8ТД.780.074; ТИБЛ.743625.001
Цилиндр	ПК-162	8БС.268.477	8ТД.451.005; ТИБЛ.431313.003
Нож	ГВ	8БС.566.007	8ТД.566.006
Манжета	ПР-772	5БС.373.003	ТИБЛ.305321.001
Крышка	ПР-772	8БС.313.316	8ТД.310.158; ТИБЛ.752145.002
Перемычка	ПР-772	5БС.585.922	5ТД.580.039
Блокировка	КВ-70	5БС.120.960	5ТД.362.052
Пружина	КВ-70	8БС.282.075	8ТД.281.398
Стойка контактная	БП; ЯП	5БС.564.147	ТИБЛ.685111.005; ТИБЛ.685111.004
<b>Шайба кулачковая (заготовки):</b>			
0150×26 (кв.40,1)	ЭКГ	8БС.237.009	
0150×18 (кв.40,1)	ЭКГ	8БС.237.010	
0100×24 (кв.30,1)	КВ-70	8БС.237.011	
0155×18 (кв.30,1)	КВ-70	8БС.237.012	
0155×26 (кв.30,1)	ПКГ	8БС.237.013	



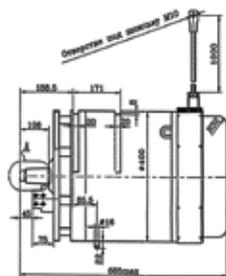
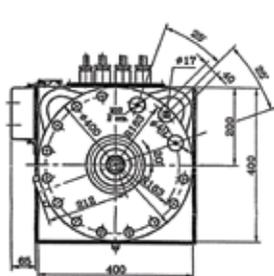
## Тяговые двигатели для городского электротранспорта

### Асинхронные тяговые двигатели переменного тока для троллейбусов и трамваев

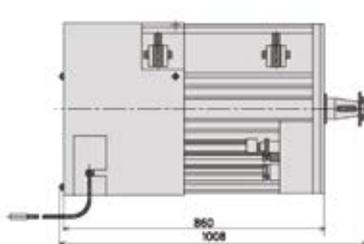
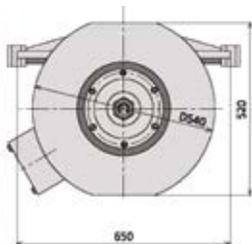
Двигатели предназначены для комплектации электрооборудования троллейбусов (ТАД-3 У1) и низкопольных трамваев (ТАД-21 У1) в составе асинхронного тягового электропривода.

Основные технические данные

Тип двигателя	Мощность номинальная в режиме S2 (60 мин.), кВт	Напряжение линейное, В	Частота питания номинальная/максимальная, Гц	Частота вращения номинальная/максимальная, об/мин
ТАД-21 У1	50	467	50/133	1500/4000
ТАД-3 У1	180	450	50/133	1500/4000



Габаритные и установочные размеры ТАД-21 У1



Габаритные и установочные размеры ТАД-3 У1

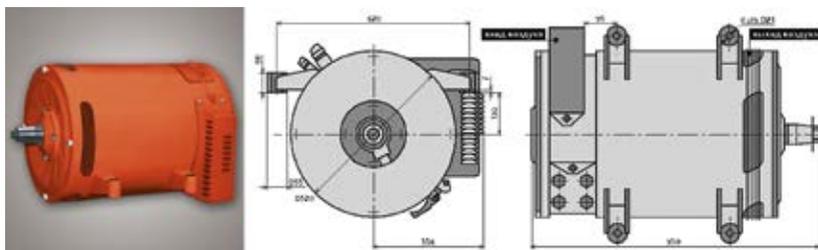


### Тяговые двигатели постоянного тока для троллейбусов

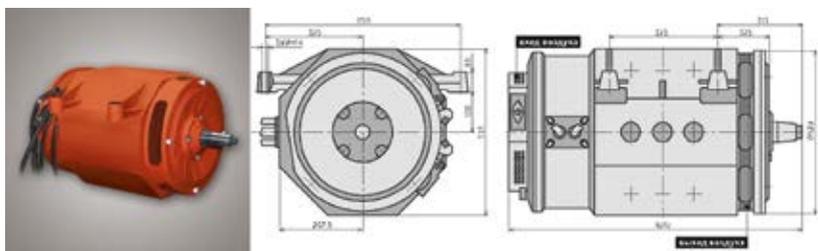
Двигатели предназначены для комплектации электрооборудования троллейбусов с контактно-реостатной, тиристорно-импульсной или транзисторно-импульсной системами управления. Возбуждение двигателей – смешанное. Климатическое исполнение и категория размещения У2 и УХЛ2 по ГОСТ 15150-69. По требованию заказчика на двигателях могут быть установлены датчики частоты вращения или предусмотрено место под установку датчика спидометра.

Основные технические данные

Тип двигателя	Мощность номинальная в режиме S2 (60 мин.), кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения номинальная/максимальная, об/мин
ТЭД-5	115	550	232	1430/3900
ТЭД-51	170	550	340	1700/3900



Габаритные и установочные размеры ТЭД-5



Габаритные и установочные размеры ТЭД-51



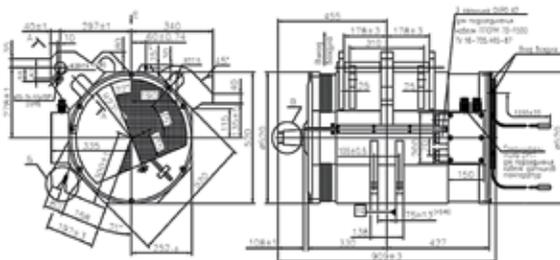
### Асинхронные тяговые двигатели переменного тока для вагонов метрополитена

Двигатели предназначены для установки на головных и промежуточных вагонах метрополитена 81-й серии с напряжением постоянного тока на токоприемнике 750 В, максимальной скоростью 90 км/ч и рекуперативно-реостатным торможением. Конструкция двигателей предусматривает установку датчиков температуры

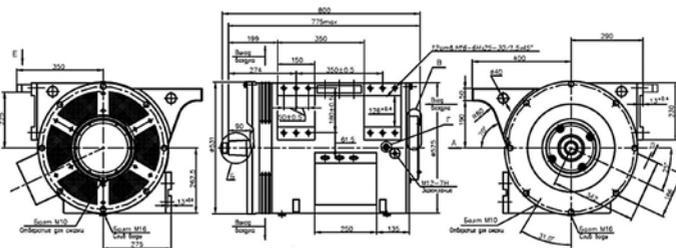
(термопреобразователей сопротивления или термовыключателей) для контроля температуры обмотки статора и подшипников и датчиков частоты вращения. Типы датчиков температуры и частоты вращения уточняются по согласованию с заказчиком на стадии рассмотрения заявки на поставку двигателей.

Основные технические данные

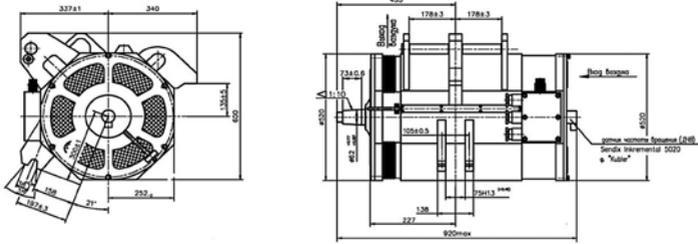
Тип двигателя	Мощность номинальная в режиме S2 (60 мин.), кВт	Напряжение линейное, В	Частота питания номинальная/максимальная, Гц	Частота вращения номинальная/максимальная, об/мин
ТАД-4 У2	170	570	50/115	1500/3410
ТАД-42 У2	170	530	43/120	1290/3600
ТАД-43 У2	170	570	50/115	1500/3400



Габаритные и установочные размеры ТАД-4 У2



Габаритные и установочные размеры ТАД-42 У2



Габаритные и установочные размеры ТАД-43 У2

**Переключатели электропневматические серии ППКЭ-8000 (ППКЭ-8064 УЗ, ППКЭ-8122 УЗ, ППКЭ-8023 УЗ, ППКЭ-8023Б УЗ, ППКЭ-8024.1 УЗ)**

ТУ 3457-141-05757908-2004

Переключатели предназначены для переключения обесточенных электрических цепей постоянного тока тяговых двигателей тепловозов с номинальным напряжением до 1000 В, а также могут быть использованы в качестве реверсивных и тормозных переключателей.

**Условия эксплуатации**

Климатическое исполнение контакторов – УЗ по ГОСТ 15150 при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 60 °С.  
 Рабочее положение – вертикальное, приводом вверх, допустимое отклонение от рабочего положения в любую сторону до 5°.  
 Контактры изготавливаются в соответствии с требованиями ТУ 3457-141-05757908-2004.

**Структура условного обозначения контакторов ППКЭ8 Х<sub>1</sub>Х<sub>2</sub>Х<sub>3</sub>У<sub>3</sub>**

**ППКЭ8** – обозначение серии;  
**Х<sub>1</sub>Х<sub>2</sub>** – количество коммутируемых цепей;  
**Х<sub>3</sub>** – конструктивное исполнение;  
**У<sub>3</sub>** – климатическое исполнение по ГОСТ 15150.

Переключатели электропневматические серии ППКЭ-8000

Наименование	Параметры главной цепи				
	8024	8122	8023	8023Б	8024.1
Номинальный ток, А	1000	900	1000	1000	500
Номинальное напряжение, В	900	900	900	900	900
Число коммутируемых цепей	6	12	2	2	2

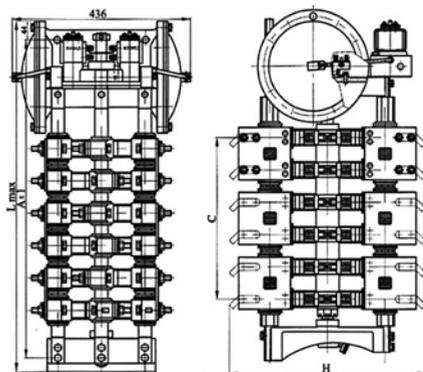
Наименование	Параметры вспомогательной цепи				
	8064	8122	8023	8023Б	8024.1
Номинальный ток, А	2	2	2	2	2
Номинальное напряжение, В	110	110	110	110	110
Количество и тип контактов (з – замык.; р – размык.)	2з 2р	2з 2р	4з 4р	4з 4р	4з 4р



Габаритные и установочные размеры

Тип аппарата	ППКЭ-8023 УЗ	ППКЭ-8023Б УЗ	ППКЭ-8024.1 УЗ	ППКЭ-8064 УЗ	ППКЭ-8122 УЗ
Габаритные размеры, L×H, мм	690×378	690×378	540×378	850×576	850×576
Установочные размеры, А, мм	612	612	461	773	773
Присоединительные размеры, С, мм	234	234	78	390	390

Тип	Масса, кг
ППКЭ-8023 УЗ	108
ППКЭ-8023Б УЗ	108
ППКЭ-8024.1 УЗ	89
ППКЭ-8064 УЗ	152
ППКЭ-8122 УЗ	152



**Контакторы электропневматические серии ПКЭ 1000 (ПКЭ 1146А УЗ; ПКЭ 1148А УЗ; ПКЭ 1216А УЗ; ПКЭ 1616А УЗ)**

Контакторы предназначены для управления тяговыми двигателями тепловозов в цепях постоянного тока с номинальным напряжением до 1000 В.

**Условия эксплуатации**

Климатическое исполнение контакторов – УЗ по ГОСТ 15150 при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 60 °С; Рабочее положение – вертикальное, дугогасительными камерами вверх, допустимое отклонение от рабочего положения в любую сторону до 5°. Контакторы изготавливаются в соответствии с требованиями ТУ 3457-140-05757908-2004.

**Структура условного обозначения контакторов ПКЭ<sub>1</sub>X<sub>1</sub>X<sub>2</sub>X<sub>3</sub>АУ<sub>3</sub>**

**ПКЭ<sub>1</sub>** – обозначение серии;  
**X<sub>1</sub>** – количество полюсов главной цепи;  
**X<sub>2</sub>** – обозначение величины номинального тока;  
**X<sub>3</sub>** – комбинация вспомогательных контактов;  
**А** – конструктивное исполнение;  
**У<sub>3</sub>** – климатическое исполнение; по ГОСТ 15150.

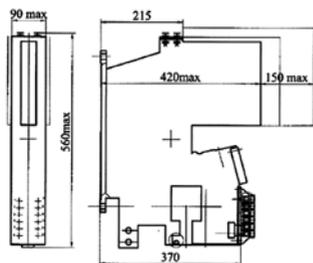
**Технические данные**

Привод контактора поршневого типа. Управление контактором – дистанционное, посредством электропневматического вентиля с включающей катушкой постоянного тока. Режимы работы контакторов: продолжительный, прерывисто-продолжительный и повторно-кратковременный с частотой включений и отключений не более 240 циклов в час при ПВ не более 60%.

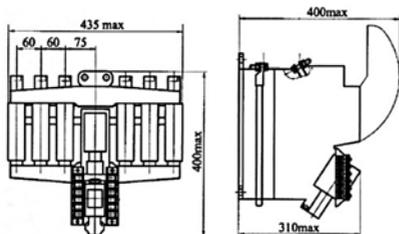


Контакты электропневматические серии ПКЭ 1000

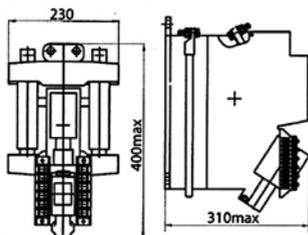
Наименование	Параметры главной цепи				Наименование	Параметры главной цепи			
	Величина					Величина			
	1146	1148	1216	1616		1146	1148	1216	1616
Число полюсов	1	1	2	6	№ комбинации контактов	6	8	6	6
Номинальный ток, А	1000	1000	500	500	Замыкающих (З) Размыкающих (Р)	2 1	1 2	2 1	2 1
Номинальное напряжение, В	1000	1000	1000	1000	Номинальное напряжение цепи управления, В	75 или 110	75 или 110	75 или 110	75 или 110
Коммутационная износостойкость, тыс. циклов	250	250	75	75	Номинальный ток, А	6,3	6,3	6,3	6,3
Предельный вкл. и откл. ток, А	1500	1500	560	560	Номинальное напряжение вспомогательной цепи	1000	1000	1000	1000



Тип	Схема вспомогательных контактов
ПКЭ-1146AU3	1 — 7 )
	2 — 8 )
	3 — 9 )
ПКЭ-1148AU3	1 — 7 )
	2 — 8 )
	3 — 9 )



Тип	Схема вспомогательных контактов
ПКЭ1616А УЗ	1 — 7 )
	2 — 8 )
	3 — 9 )



Тип	Схема вспомогательных контактов
ПКЭ 1216А УЗ	1 — 7 )
	2 — 8 )
	3 — 9 )

**Блоки резисторов для трамваев (типов КФ38В1; КФ38В2; КФ38Б12; КФ54А2; КФ65А; БТР06; БТР07; БТР08; БПТР01; БПТР02)**

Блоки резисторов предназначены для изменения тока тяговых двигателей и размещаются на трамвайных вагонах типов ЛМ68 и 71605 и их модификаций. Номинальное напряжение, В – 550. Род тока – постоянный. Степень защиты – IP00.

Допустимая температура нагрева отводов в местах подсоединения проводов внешнего монтажа, не более 150 °С. Номинальный режим работы – повторно-кратковременный при ПВ 40%. Заземление корпуса – нет.

**Структура условного обозначения блока резисторов КФ-XXXXX-У2**

**КФ** – блок резисторов типа;

**КФ XXXXX** – модификация;

**У2** – обозначение климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150.

**БТР-XX-У2**

**БТР** – блок резисторов тормозной;

**XX** – модификация.

**БПТР-XX-У2**

**БПТР** – блок пускотормозных резисторов;

**XX** – модификация.

Блоки резисторов изготавливаются в соответствии с ТУ 3428085, 05757908-97.

При заказе указать: тип блока резисторов; номер технических условий.

Тип блока	Объемная мощность при перегреве 350 °С	Масса, кг, не более	Количество резисторов	Тип резисторов*
КФ-38В1-У2	25,8	93	14	КФ-1,82
КФ-38В2-У2	25,8	93	14	КФ-1,82
КФ-38Б12-У2	25,8	84	12	КФ-2,15
КФ-54А-У2	25,8	72	12	КФ-2,15
КФ-65А-У2	3,7	25	4	КФ-0,92
БПТР-01-У2	18,4	73	10	КФ-1,84
БПТР-02-У2	25,8	90	14	КФ-1,84
БТР-05-У2	22,1	91	12	КФ-1,84
БТР-06-У2	22,1	79	12	КФ-1,84
БТР-07-У2	22,1	92	12	КФ-1,84
БТР-0-8У2	14,7	57	8	КФ-1,84

Примечание: \*КФ-1,82

КФ – резистор крановый фехралевый из фехралевой ленты, намотанной на ребро.

1,82 – мощность резистора, Вт, при перегреве фехрала 350 °С.



# ГОРНАЯ ТЕХНИКА

## Оборудование для карьерных автосамосвалов БелАЗ

Завод «Электросила», «Силовые машины – завод Реостат»

### Комплектный электропривод

#### Тяговый электропривод КТЭ-90

##### Комплект поставки:

- тяговый синхронный генератор ГСТ-700-8 УХЛ2;
- два тяговых асинхронных двигателя ТАД-9 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ-90;
- комплект ЗИП;
- комплект монтажных частей.



#### Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный (S4) повторно-кратковременный (ПВ 60)
Мощность, кВт – режим тяги – режим торможения	730 1200
Напряжение в звене постоянного тока, В – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч – номинальная при уклоне 10% – максимальная	11,3 60
Тяговое усилие (Т) – номинальное при уклоне 10% – максимальное	19,6 39,1

#### Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	500 А

##### Охлаждение ШУ:

принудительная вентиляция.

#### Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	УХЛ2	T2
Номинальная мощность, кВт	700	630
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900	
КПД, %	94,6	94,7
Режим работы: – продолжительный – повторно-кратковременный (ПВ 60 с повышением мощности до 1000 кВт)	S1 S4	
cos φ	0,95	
Класс нагревостойкости изоляции	H	

#### Параметры двигателя

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Режим работы	S1
Номинальная мощность, кВт	275
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	770
Коэффициент мощности (cos φ)	0,8
Коэффициент полезного действия, %	91,3
Класс нагревостойкости изоляции	H

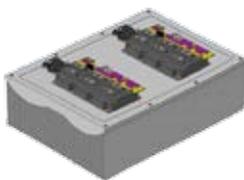
Примечание: При заказе двигателя климатического исполнения и категории размещения Т2 (ТАД-9 Т2) номинальная мощность двигателя при ПВ 100% снижается до 250 кВт.



## Тяговый электропривод КТЭ-136

### Комплект поставки:

- тяговый синхронный генератор ГСТ-800/1-8 УХЛ2;
- два тяговых асинхронных двигателя ТАД-5 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ;
- комплект монтажных частей.



### Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный
Мощность, кВт: – режим тяги – режим торможения	1000 1200
Напряжение в звене постоянного тока, В: – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч: – номинальная при угле 10° – максимальная	15 60
Тяговое усилие (Т): – номинальное при угле 10° – максимальное	не менее 29 не менее 50

### Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	800 А

### Охлаждение ШУ:

принудительная вентиляция.

### Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Мощность в длительном режиме (S1), кВт	800
Мощность в режиме S6 (ПВ 60%), кВт	1000
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900
КПД, %	95
cos φ	0,95
Класс нагревостойкости изоляции	F/H

Примечание: При заказе генератора климатического исполнения и категории размещения Т2 (ГСТ 800/1-8 Т2) его номинальная мощность при ПВ 100% снижается до 700 кВт.

### Параметры двигателя

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Режим работы – номинальный	S1
Мощность, кВт: – номинальная – при (ПВ) 60% продолжительностью цикла 60 мин.	610 810
Синхронная частота вращения, мин <sup>-1</sup> : – номинальная – максимальная	850 3400
Коэффициент мощности в режиме работы S1, cos φ	0,845
Коэффициент полезного действия в режиме S1, %	94,0
Класс нагревостойкости изоляции	H



## Тяговый электропривод КТЭ-160

### Комплект поставки:

- тяговый синхронный генератор ГСТ-1600-8 УХЛ2;
- два тяговых асинхронных двигателя ТАД-5 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ;
- комплект монтажных частей.



### Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный
Мощность, кВт: – режим тяги – режим торможения	1300 1700
Напряжение в звене постоянного тока, В: – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч – максимальная	65
Тяговое усилие (Т): – номинальное при уклоне 10% – максимальное	не менее 29 не менее 60

### Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	750 А

### Охлаждение ШУ:

принудительная вентиляция.

### Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	УХЛ2	T2
Мощность в длительном режиме (S1), кВт	1400	1240
Мощность в повторно-кратковременном режиме (S6, ПВ 60%), кВт	1600	1420
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900	
КПД, %	95,7	95,6
cos φ	0,95	
Класс нагревостойкости изоляции	F/H	

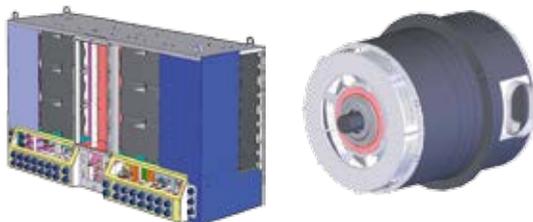
### Параметры двигателя

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Режим работы – номинальный	S1
Мощность, кВт: – номинальная – при (ПВ) 60% продолжительностью цикла 60 мин.	610 810
Синхронная частота вращения, мин <sup>-1</sup> : – номинальная – максимальная	850 3400
Коэффициент мощности в режиме работы S1, cos φ	0,845
Коэффициент полезного действия в режиме S1, %	94,0
Класс нагревостойкости изоляции	H

Примечание: При заказе двигателя климатического исполнения и категории размещения T2 (ТАД 5 T2) номинальная мощность двигателя при ПВ 100% снижается до 540 кВт.

**Тяговый электропривод КТЭ-240****Комплект поставки:**

- тяговый синхронный генератор ГСТ-1600-8 УХЛ2;
- два тяговых асинхронных двигателя ТАД-7 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ;
- комплект монтажных частей.



## Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный
Мощность, кВт: – режим тяги – режим торможения	1500 2400
Напряжение в звене постоянного тока, В: – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч – максимальная	60
Тяговое усилие (Т): – номинальное при уклоне 10% – максимальное	не менее 48 не менее 88

## Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	750 А

**Охлаждение ШУ:**

принудительная вентиляция.

## Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	УХЛ2	T2
Мощность в длительном режиме (S1), кВт	1400	1240
Мощность в повторно-кратковременном режиме (S6, ПВ 60%), кВт	1600	1420
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900	
КПД, %	95,7	95,6
cos φ	0,95	
Класс нагревостойкости изоляции	F/H	

## Параметры двигателя

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра	
Режим работы – номинальный	S1	
Номинальная мощность, кВт	700	
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> Максимальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	500	982
Кэффициент мощности (cos φ)	0,83	0,93
Кэффициент полезного действия, %	92,9	95,0
Класс нагревостойкости изоляции	H	

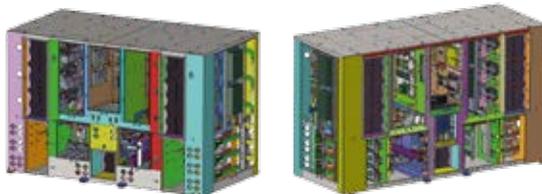
Примечание: При заказе двигателя климатического исполнения и категории размещения T2 (ТАД 7 Т2) номинальная мощность двигателя при ПВ 100% снижается до 620 кВт.



## Тяговый электропривод КТЭ-360

### Комплект поставки:

- тяговый синхронный генератор ГСТ-2450-8 УХЛ2;
- два тяговых асинхронных двигателя ТАД-8 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ;
- комплект ЗИП;
- комплект монтажных частей;
- система вентиляции шкафа управления.



### Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный (S4) повторно-кратковременный (ПВ 60)
Мощность, кВт: – режим тяги – режим торможения	2300 3400
Напряжение в звене постоянного тока, В: – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч – максимальная	60
Тяговое усилие (Т): – номинальное при уклоне 10% – максимальное	73 122

### Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	950 А

### Охлаждение ШУ:

принудительная вентиляция.

### Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Мощность в длительном режиме (S1), кВт	2100
Мощность в повторно-кратковременном режиме (S6, ПВ 60%), кВт	2450
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> (об/мин)	1800
КПД, %	95,5
cos φ	0,95
Класс нагревостойкости изоляции	H

### Параметры двигателя

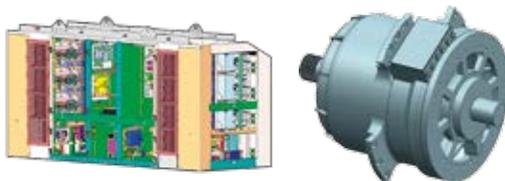
Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Режим работы	S1
Номинальная мощность, кВт	970
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> : – номинальная – максимальная	610 3420
Коэффициент мощности, cos φ	0,79
Коэффициент полезного действия, %	92,8
Класс нагревостойкости изоляции	H



## Тяговый электропривод КТЭ-450

### Комплект поставки:

- два тяговых синхронных генератора ГСТМ-1600 УХЛ2;
- четыре тяговых асинхронных двигателя ТАД-10 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ-450;
- комплект монтажных частей;
- система вентиляции узлов электропривода;
- комплект ЗИП.



### Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный (S4) повторно-кратковременный (ПВ 60)
Мощность, кВт: – режим тяги – режим торможения	3200 4200
Напряжение в звене постоянного тока, В: – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч – максимальная	65
Тяговое усилие (Т): – номинальное при уклоне 10% – максимальное	97,2 195

### Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	1100 А

### Охлаждение ШУ:

принудительная вентиляция.

### Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	УХЛ2	T2
Мощность в длительном режиме (S1), кВт	1400	1240
Мощность в повторно-кратковременном режиме (S6, ПВ 60%), кВт	1600	1420
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900	
КПД, %	95,7	95,6
Сos φ	0,95	
Класс нагревостойкости изоляции	F/H	

### Параметры двигателя

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Режим работы	S1
Мощность, кВт	1050
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	986
Коэффициент мощности	0,898
Коэффициент полезного действия, %	94,9
Класс нагревостойкости изоляции	H



## Тяговый электропривод КТЭ-11,5

### Комплект поставки:

- тяговый синхронный генератор ГСТ-700-8 УХЛ2;
- четыре тяговых асинхронных двигателя ТАД-9 УХЛ2;
- шкаф управления ШУ-11,5;
- комплект монтажных частей;
- комплект ЗИП.



### Основные параметры электропривода

Наименование параметра	Значение параметра
Режим работы – с изменяющимися нагрузкой и скоростью	(S1) продолжительный (S4) повторно-кратковременный (ПВ 60)
Мощность, кВт: – режим тяги – режим торможения	730 900
Напряжение в звене постоянного тока, В: – режим тяги – режим торможения	950 1000
Скорость самосвала, км/ч – максимальная	25
Тяговое усилие (Т) – максимальное	39,1

### Номинальные данные ШУ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания силовой части	трехфазное, частота 129 Гц, 660 В
Напряжение питания системы управления	постоянное 24 В
Номинальное напряжение звена постоянного тока	950 В
Напряжение на выходе инвертора	трехфазное, частота 30 Гц, 660 В
Номинальный ток на выходе инвертора	250 А

### Охлаждение ШУ:

принудительная вентиляция.

### Параметры генератора

Наименование параметра, единицы измерения	УХЛ2	T2
Номинальная мощность, кВт	700	630
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900	
КПД, %	94,6	94,7
Режим работы: – продолжительный – повторно-кратковременный (ПВ 60 с повышением мощности до 1000 кВт)	S1 S4	
Сos φ	0,95	
Класс нагревостойкости изоляции	H	

### Параметры двигателя

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Режим работы	S1
Номинальная мощность, кВт	275
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	770
Коэффициент мощности (cos φ)	0,8
Коэффициент полезного действия, %	91,3
Класс нагревостойкости изоляции	H

Примечание: При заказе двигателя климатического исполнения и категории размещения Т2 (ТАД-9 Т2) номинальная мощность двигателя при ПВ 100% снижается до 250 кВт.



## Тяговые генераторы типа ГСТ

Генераторы предназначены для питания через выпрямительную установку тяговых электродвигателей карьерных автосамосвалов производства компании «БелАЗ». Возбуждение осуществляется от специальной обмотки третьей гармоники, расположенной в пазах статора генератора.

Генераторы выполнены на одном подшипнике качения. Охлаждение генераторов – самовентиляция по разомкнутому циклу.

Пример расшифровки условного обозначения генератора:  
Г – генератор, С – синхронный,  
Т – тяговый, 1600 – мощность, кВт,  
8 – количество полюсов, УХЛ2 – климатическое исполнение и категория размещения.



Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Число фаз	Частота тока, Гц	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
ГСТ 700-8 УХЛ2	700	780/490	3	126,67	1900	2000
ГСТ 800-8 УХЛ2	800	490/700	6	126,67	1900*	2775
ГСТ 800/1-8 УХЛ2	800	490/700	3	126,67	1500/1900	2775
ГСТ 1400-12 УХЛ2	1400	660/595	6	100	1000	4100
ГСТ 1600-8 УХЛ2	1200/1400	650/780	3	126,67	1500/1900	3500
ГСТ 2450-8 УХЛ2	2100/2450	560/780	3	126,67	1900	4200

\* Генератор ГСТ 800-8 может работать при частоте вращения 1500 об/мин и частоте тока 100 Гц, обеспечивая при этом параметры, указанные в таблице.

## Тяговые электродвигатели переменного тока

Применяются в составе асинхронных частотно-регулируемых приводов автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью 136, 240 и 360 т, соответственно.

Электродвигатели асинхронные трехфазные выполнены на двух подшипниках качения с двумя рабочими концами вала. Охлаждение электродвигателей – принудительная вентиляция от постороннего источника.





### Пример расшифровки условного обозначения электродвигателей:

Т – тяговый;  
 А – асинхронный;  
 Д – двигатель;

5 – порядковый номер модификации;  
 УХЛ2 – климатическое исполнение  
 и категория размещения.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, п/п max (об/мин)	КПД, %	Масса, кг
ТАД-5 УХЛ2	610	660	850/3400	94,0	3500
ТАД-7 УХЛ2	700/650	700	500/2870	92,9	4500
ТАД-8 УХЛ2	970	470/680	610/3420	92,8	4100
ТАД-9 УХЛ2	322/275	520/500	769,3/770,8	92,8	1700



## Оборудование для карьерных экскаваторов

### Электрические двигатели

#### Завод «Электросила»

#### Асинхронные частотно-регулируемые двигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором для приводов механизмов экскаватора типа ЭКГ 32Р/35К

Применяются для приводов механизмов напора, хода, поворота и подъема, соответственно.

Исполнение – горизонтальное, на двух подшипниках качения, с одним выступающим коническим концом вала, и вертикальное, на двух подшипниках качения, с двумя выступающими коническими концами вала.

Охлаждение – воздушное, самовентилирующей по разомкнутому циклу и от вентилятора типа «наездник», установленного непосредственно на корпусе двигателя.

Двигатель получает питание от статического преобразователя частоты, линейное напряжение на выходе которого

изменяется от 0 до 735 В и частота от 1 до 50 Гц. Пуск, остановка, плавное регулирование частоты вращения двигателя, защита двигателя от перегрузок и коротких замыканий осуществляются статическим преобразователем частоты.

#### Расшифровка обозначения двигателя:

А – асинхронный;

Д – двигатель;

Р – регулируемый;

В – вертикальный;

Э – экскаваторный;

С – принудительная вентиляция от электровентилятора типа «наездник»;

400 – мощность, кВт;

6 – число полюсов.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
АДРЭ-С 400-6 УХЛ2	400	735	1000/1100	94,8	3000
АДРЭ 400-6 УХЛ2	400	735	1000/1300	94,8	2800
АДРВЭ-С 450-6 УХЛ2	450	735	1000/1100	95,3	3000
АДРЭ-С 850-6 УХЛ2	850	735	1000/1250	95,2	4400

#### Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭКГ-18

Предназначены для привода подъема, напора, поворота и хода карьерного экскаватора с основным объемом ковша 18 м<sup>3</sup>.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
АДРЭ-С 600-8 УХЛ2	600	640	560/840	5200
АДРЭ-С 325-8 УХЛ1	325	660	500	3500
АДРВЭ-С 150-8 УХЛ2	150	690	750	1500
АДРЭ 200-8 УХЛ1	200	400/660	500/1000	2400



**Расшифровка обозначения двигателя:** 600, 325, 200, 150 – мощность, кВт;  
 А – асинхронный; 8 – число полюсов;  
 Д – двигатель; УХЛ – климатическое исполнение;  
 Р – частотное регулирование; 1, 2 – категория размещения  
 В – вертикальный; по ГОСТ 15150.  
 Э – экскаваторный;  
 С – принудительная вентиляция от электровентилятора типа «наездник»;

### Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭШ 20.90С

Предназначены для привода подъема, тяги и поворота шагающего экскаватора ЭШ 20.90С.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
АДРЭ-С 1120-8 УХЛ2	1120	600/690	630/1000	7900
АДРВЭ-С 250-8 УХЛ2	250	660	250	6200

**Расшифровка обозначения двигателя:** 1120, 250 – мощность, кВт;  
 А – асинхронный; 8 – число полюсов;  
 Д – двигатель; УХЛ – климатическое исполнение;  
 Р – частотное регулирование; 2 – категория размещения  
 В – вертикальный; по ГОСТ 15150.  
 Э – экскаваторный;  
 С – принудительная вентиляция от электровентилятора типа «наездник»;

### Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭКГ-20М

Предназначены для привода подъема, напора, поворота и хода карьерного экскаватора с основным объемом ковша 20 м<sup>3</sup>.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
АДРЭ-С 1/20 У2	600	660	500/800	5300
АДРЭ-С 2/20 У1	325	660	500/800	3200
АДРВЭ-С 3/20 У2	325	640/690	900/1250	2100
АДРЭ 4/20 У1	325	640/660	900/1250	2900

**Расшифровка обозначения двигателя:** 1, 2, 3, 4 – привод подъема, напора, поворота и хода, соответственно;  
 А – асинхронный; 20 – объем ковша;  
 Д – двигатель; У – климатическое исполнение;  
 Р – частотное регулирование; 1, 2 – категория размещения  
 В – вертикальный; по ГОСТ 15150.  
 Э – экскаваторный;  
 С – принудительная вентиляция от электровентилятора типа «наездник»;



## Асинхронные электродвигатели для привода экскаватора ЭКГ-35

Предназначены для привода подъема, напора, поворота и хода карьерного экскаватора с основным объемом ковша 35 м<sup>3</sup>.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
АДРЭ-С 1/35 УХЛ2	1000	660	560/790	7500
АДРЭ-С 2/35 УХЛ1	500	660	560	4090
АДРВЭ-С 3/35 УХЛ2	300	660	560	3400
АДРЭ-С 4/35 УХЛ1	400	610/660	560/900	3700

**Расшифровка обозначения двигателя:** 1, 2, 3, 4 – привод подъема, напора, поворота и хода, соответственно;  
 А – асинхронный;  
 Д – двигатель;  
 Р – частотное регулирование;  
 В – вертикальный;  
 Э – экскаваторный;  
 С – принудительная вентиляция от электровентилятора типа «наездник»;  
 35 – объем ковша;  
 УХЛ – климатическое исполнение;  
 1, 2 – категория размещения по ГОСТ 15150.

## Машины постоянного тока для карьерных экскаваторов

Завод «Электросила», «Силовые машины – завод Реостат»

Применяются для привода механизмов хода, напора, подъема, поворота, тяги и ша-гания экскаваторов и предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове экскаватора.

## Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-10

Двигатели применяются для привода механизмов подъема, напора, поворота и хода (по порядку в таблице). Генераторы служат для питания двигателей и поставляются в агрегате на единой фундаментной плите, в комплекте с синхронным двигателем СД-800-6 У2. Предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове (в исполнении У2) и снаружи (в исполнении У1) экскаватора ЭКГ-10. Вентиляция принудительная от вентилятора «наездник», у двигателя хода – естественная.



**Расшифровка обозначения двигателя:** первая группа цифр – мощность, кВт;  
 Расшифровка обозначения двигателей: вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
 М – машина;  
 Г – генератор;  
 П – постоянного тока;  
 Э – экскаваторная;  
 В – вертикальная;  
 У – климатическое исполнение;  
 1, 2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.



Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ-350-900 У2	350	440	900/1500	3500	16,6
МПЭ 200-750 У1-М	200	370	750	2800	15,0
МПВЭ 200-750 У2-М	200	370	750	3200	15,0
МПЭ 90-1000 У1	90	370	1000	1650	5,5
ГПЭМ-800-1000 У2	800	900	1000	6360	–
ГПЭМ-450-1000 У2	450	750	1000	4650	–
ГПЭМ-220-1000 У2	220	380	1000	2860	–

### Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-12

Двигатели применяются для привода механизмов подъема, напора и хода (МПЭ 350-900 У2) и поворота (МПВЭ 120-750 У2). Предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове экскаватора ЭКГ-12. Вентиляция принудительная от вентилятора «наездник».

**Расшифровка обозначения двигателей:** 600, 1200, 1120/1500 – частота вращения, об/мин;  
 М – машина;  
 П – постоянного тока;  
 Э – экскаваторная;  
 В – вертикальная  
 35; 65; 105/100 – мощность, кВт;

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ-350-900 У2	350	440	900/1500	3500	16,6
МПВЭ 120-750 У2-М	120	305	750	1900	7,1

### Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-15

Двигатели применяются для привода механизмов подъема, напора, поворота и хода (по порядку в таблице) экскаватора ЭКГ-15. Генераторы служат для питания двигателей и поставляются в агрегате на единой фундаментной плите, в комплекте с синхронным двигателем ДСЭ 1250-6-6 У2. Предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове (в исполнении У2) и снаружи (в исполнении У1) экскаватора ЭКГ-15. Вентиляция принудительная от вентилятора «наездник». У двигателя хода – естественная. Генератор ГПЭ 1250-1000 У2 – с самовентиляцией.



**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;  
Г – генератор;  
П – постоянного тока;  
Э – экскаваторная;  
В – вертикальная;

первая группа цифр – мощность, кВт;  
вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
У – климатическое исполнение;  
1, 2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ-450-900 У2-М	500	440	1000/1250	4200	30,0
МПЭ-350-900 У1	350	440	900/1500	3500	16,6
МПВЭ 220-600 У2	220	290	600	3400	16,6
МПЭ 230-1000 У1	230	440	1000	3400	16,6
ГПЭ 1250-1000 У2	1250	900	1000	6600	–
ГПЭМ-800-1000 У2	800	900	1000	6360	–
ГПЭ-350-1000 У2	350	400	1000	3750	–

**Машины постоянного тока для экскаватора ЭШ-11/75**

Двигатели применяются для привода механизмов подъема, тяги и хода (МПЭ 500-560 У2) и поворота (МПВЭ 260-355 У2). Генераторы служат для питания двигателей и поставляются в агрегате на единой фундаментной плите, в комплекте с синхронным двигателем ДСЭ 1250-6-6 У2. Предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове экскаватора ЭШ-11/75. Вентиляция принудительная от вентилятора «наездник». Генератор ГПЭ 1250-1000 У2 – с самовентиляцией.

**Расшифровка обозначения двигателей:**

М – машина;  
Г – генератор;  
П – постоянного тока;  
Э – экскаваторная;  
В – вертикальная;  
первая группа цифр – мощность, кВт;  
вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
У – климатическое исполнение;  
2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ 500-560 У2	500	440	560/750	5700	47,0
МПВЭ-260-355 У2	260	290	355	5350	35
ГПЭ 1250-1000 У2	1250	900	1000	6600	–



### Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-1500Р

Двигатели применяются для привода механизмов подъема, поворота, напора и хода (по порядку в таблице). Предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове (в исполнении У2) и снаружи (в исполнении У1) экскаватора ЭКГ-1500Р. Вентиляция принудительная от вентилятора «наездник». У двигателя хода – принудительная.

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;  
 Г – генератор;  
 П – постоянного тока;  
 Э – экскаваторная; В – вертикальная;  
 первая группа цифр – мощность, кВт;  
 вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
 У – климатическое исполнение;  
 1, 2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

4П – обозначение серии;  
 Э – экскаваторная;  
 первая группа цифр (355) – высота оси вращения;  
 вторая группа цифр – мощность, кВт;  
 У – климатическое исполнение;  
 1 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПЭ 500-560 У2-М	500	440	560/750	5700	47,0
МПВЭ 120-750 У2-М	120	305	750	1900	7,1
4ПЭ-355-265 У1	265	600	500	3225	18,7
4ПЭ-355-200 У1	200	600	500	2480	13,9

### Машины постоянного тока для экскаватора ЭКГ-12А

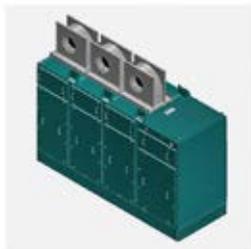
Двигатели применяются для привода механизмов поворота. Предназначены для работы в закрытом неотапливаемом кузове экскаватора ЭКГ-12А. Вентиляция принудительная от вентилятора «наездник».

#### Расшифровка обозначения двигателей:

М – машина;  
 П – постоянного тока;  
 Э – экскаваторная;  
 В – вертикальная;  
 первая группа цифр – мощность, кВт;

вторая группа цифр – частота вращения, об/мин;  
 У – климатическое исполнение;  
 2 – категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Динамический момент инерции, кг * м <sup>2</sup>
МПВЭ 120-750 У2-М	120	305	750	1900	7,1

**Комплектный электропривод****Завод «Электросила»****Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-18  
ПАО «Уралмашзавод» (ТУ3458-224-05757908-2012)****Комплект поставки:**

- Двигатели

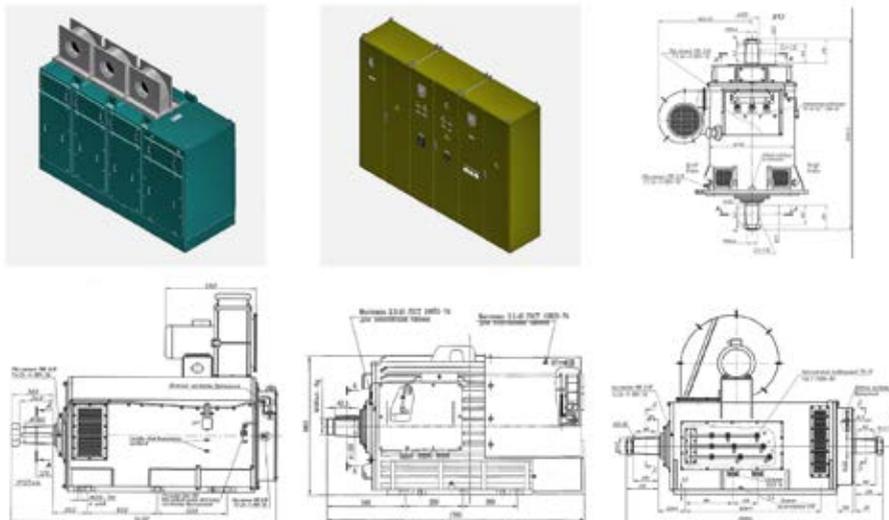
Привод	Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Вес, кг	Кол-во, шт
Подъем	АДРЭ-С 600-8 УХЛ2	600	640	560 (840)	5200	2
Напор	АДРЭ-С 325-8 УХЛ1	325	660	500	3500	1
Поворот	АДРВЭ-С 150-8 УХЛ2	150	660	750	1600	4
Ход	АДРЭ 200-8 УХЛ1	200	400 (660)	500 (1000)	2	2

- КУ Ш3822 УХЛ2

Оборудование	Мощность, кВА	Напряжение, В	Вес, кг	Кол-во, шт
Шкаф главных приводов ШГП	1600	940	5900	1
Силовой трансформатор ТСЗП-1600/6 УХЛ2	1600	6000/580	4600	1
Кресло-пулт	–	–	150	1
Блок резисторов БФ-134-4-03.10М3	260	940	100	4
Дроссель сетевого фильтра	200	580	156	12



**Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-20  
ООО «ИЗ-Картэкс им. П. Г. Коробкова» (ТУ3458-244-05030856-2016)**



**Комплект поставки:**

- Двигатели

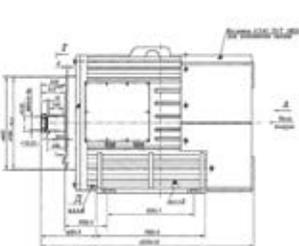
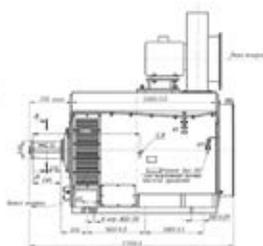
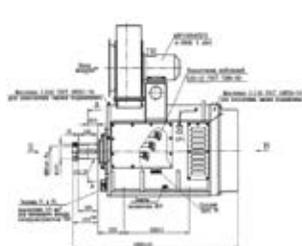
Привод	Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Вес, кг	Кол-во, шт
Подъем	АДРЭ-С 1/20 У2	600	660	500 (800)	5300	2
Напор	АДРЭ-С 2/20 У1	325	660	500 (800)	3200	1
Поворот	АДРВЭ-С 3/20 У2	325	640 (690)	900 (1250)	2100	2
Ход	АДРЭ 4/20 У1	325	640 (690)	900 (1250)	2	2

- КУ Ш3825 У2

Оборудование	Мощность, кВА	Напряжение, В	Вес, кг	Кол-во, шт
Шкаф главных приводов ШГП	1600	940	5900	1
Шкаф вспомогательных приводов ШВП	250	380/220	500	1
Силовой трансформатор ТСЗП-1600/6 УХЛ2	1600	6000/580	4600	1
Кресло-пульта	–	–	150	1
Блок резисторов БФ-134-4-03.10МЗ	260	940	100	4
Дроссель сетевого фильтра	200	580	156	12



**Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-32Р/35К  
ООО «ИЗ-Картэкс им. П. Г. Коробкова» (ТУ3458-218-05757908-2009)**



**Комплект поставки:**

- Двигатели

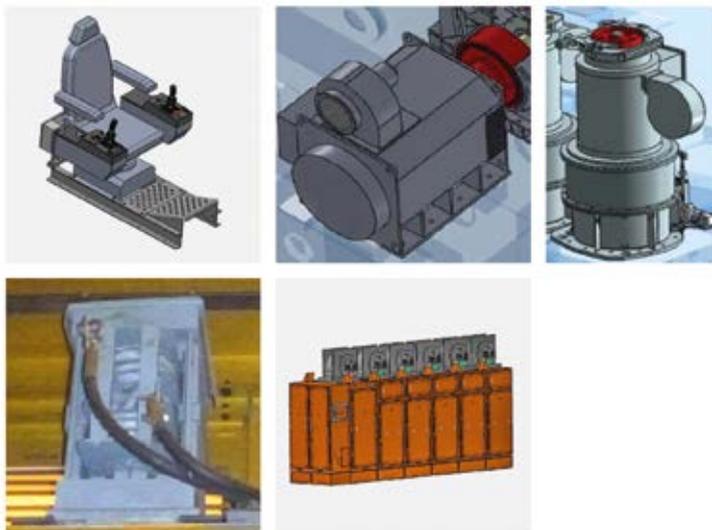
Привод	Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Вес, кг	Кол-во, шт
Подъем	АДРЭ-С 850-6 УХЛ2	850	735	1000 (1250)	5200	2
Напор	АДРЭ-С 200-6 УХЛ1/ АДРЭ-С 400-6 УХЛ1	200 (400)	735	1000 (1100)	2200 (3300)	2/1
Поворот	АДРВЭ-С 450-6 УХЛ2	450	735	1000 (1100)	3700	2
Ход	АДРЭ 400-6 УХЛ1	400	735	1000 (1300)	2900	2

- КУ Ш3821 УХЛ2

Оборудование	Мощность, кВА	Напряжение, В	Вес, кг	Кол-во, шт
Шкаф главных приводов ШГП	2000	940	6900	1
Шкаф вспомогательных приводов ШВП	250	380/220	500	1
Силовой трансформатор ТСЗП-2000/6 УХЛ2	2000	6000/580	4850	1
Кресло-пульт	–	–	150	1
Блок резисторов БФ-134-4-03.10МЗ	260	940	100	4
Дроссель сетевого фильтра	200	580	156	24



**Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-35  
ПАО «Уралмашзавод» (ОБС.104.560 ТЗ)**



**Комплект поставки:**

- Двигатели

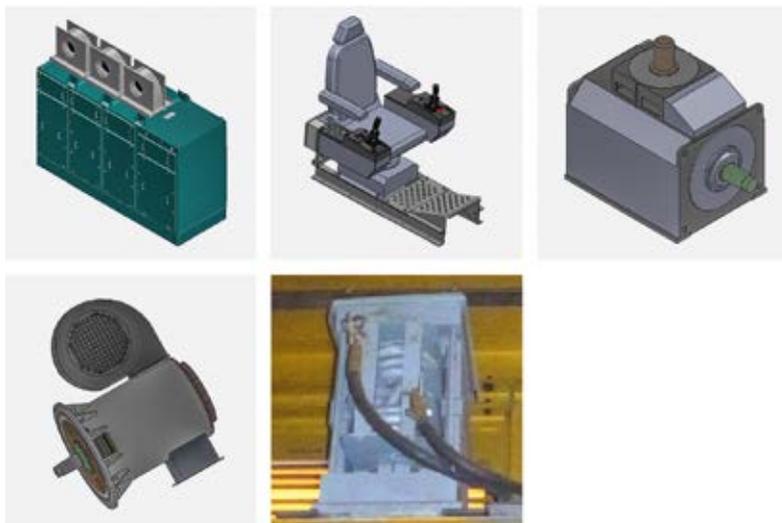
Привод	Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Вес, кг	Кол-во, шт
Подъем	АДРЭ-С 1/35 УХЛ2	1000	660	560 (790)	7400	2
Напор	АДРЭ-С 2/35 УХЛ1	500	660	560	4000	1
Поворот	АДРВЭ-С 3/35 УХЛ2	300	660	560	3200	4
Ход	АДРЭ-С 4/35 УХЛ1	400	610 (660)	560 (900)	2	2

- КУ Ш3829 УХЛ2

Оборудование	Мощность, кВА	Напряжение, В	Вес, кг	Кол-во, шт
Шкаф главных приводов ШГП	2500	940	10500	1
Силовой трансформатор ТСЗП-2500/6 УХЛ2	2500	6000/580	8000	1
Кресло-пульт	-	-	150	1
Блок резисторов	260	940	100	4
Дроссель сетевого фильтра	200	580	156	24



## Электропривод переменного тока экскаватора ЭШ 20.90С ПАО «Уралмашзавод» (ОБС.104.444 ТЗ)



### Комплект поставки:

- Двигатели

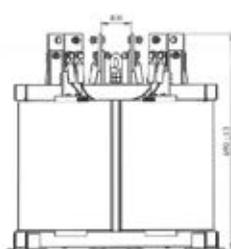
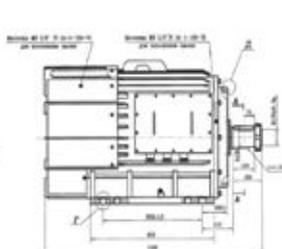
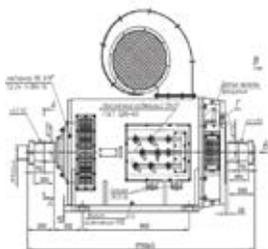
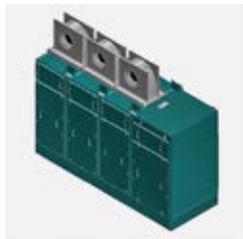
Привод	Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Вес, кг	Кол-во, шт
Подъем	АДРЭ-С 1120-8 УХЛ2	1120	660	630 (1000)	6500	2
Тяга	АДРЭ-С 1120-8 УХЛ2	1120	660	630 (1000)	6500	2
Поворот	АДРВЭ-С 250-8 УХЛ2	250	660	250	4	4

- КУ Ш3823 УХЛ2

Оборудование	Мощность, кВА	Напряжение, В	Вес, кг	Кол-во, шт
Шкаф главных приводов ШГП	3200	940	6900/5500	2
Силовой трансформатор ТСЗП-1600/6 УХЛ2	1600	6000/580	4600	2
Кресло-пульт	–	–	150	1
Выносной пульт запасовки канатов	–	–	50	1
Блок резисторов	260	940	100	4
Дроссель сетевого фильтра	200	580	156	24



**Электропривод переменного тока экскаватора ЭКГ-15  
ООО «ИЗ-Картэкс им. П. Г. Коробкова» (ОБС.104.609 ТЗ)**



**Комплект поставки:**

- Двигатели

Привод	Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряже-ние, В	Частота вращения, об/мин	Вес, кг	Кол-во, шт
Подъем	АДРЭ-С 1/15 У2	600	690	850 (1000)	3400	2
Напор	АДРЭ-С 2/15 У1	200	660	500 (800)	2300	1
Поворот	АДРВЭ-С 3/15 У2	200	640 (690)	900 (1250)	2250	3
Ход	АДРЭ 4/15 У1	325	640 (690)	900 (1250)	2	2

- КУ Ш3827 УХЛ2

Оборудование	Мощность, кВА	Напряже-ние, В	Вес, кг	Кол-во, шт
Шкаф главных приводов ШГП	1000	940	4500	1
Шкаф вспомогательных приводов ШВП	250	380/220	500	1
Силовой трансформатор ТСЗП-1000/6 УХЛ2	1000	6000/580	4200	1
Кресло-пульт	–	–	150	1
Блок резисторов БФ-134-4-03.10МЗ	260	940	100	4
Реактор сетевого фильтра	210	600	210	4



## Термины и сокращения

**ШГП** – шкаф главных приводов, служит для управления двигателями (подъема, напора, поворота, хода) главных приводов, а также преобразования синусоидального переменного тока вторичной обмотки силового трансформатора в постоянный ток звена постоянного тока. От звена постоянного тока питаются частотные преобразователи двигателей главных приводов. Состоит из нескольких частотных преобразователей и релейно-контакторной секции, которая осуществляет переключение режимов «экскавация/ход».

**ШВП** – шкаф вспомогательных приводов, содержит коммутационную и защитную аппаратуру вспомогательного оборудования (вентиляторы, компрессор, смазка и т. д.), а также электронные платы обработки сигналов информационно-диагностической системы.

**Кресло-пульт** – разработано исходя из правил эргономики и оптимального расположения органов управления экскаватором. Предназначено для управления механизмами главных приводов при помощи двухкоординатных командоаппаратов, а также переключения режимов работы «экскавация/ход» и управления вспомогательными приводами.

**АДРВЭ – С\*\*\*\* УХЛ2** – двигатель асинхронный главных приводов:  
А – асинхронный; Д – двигатель;  
Р – частотное регулирование;  
В – вертикального исполнения;  
Э – экскаваторный; С – принудительная вентиляция; УХЛ – климатическое исполнение; 2 – категория размещения по ГОСТ 15150.

# ЭЛЕКТРОСЕТЕВОЙ КОМПЛЕКС





# ЭЛЕКТРОСЕТЕВОЙ КОМПЛЕКС

**«Силовые машины» обеспечивают электросетевой комплекс и генерирующие компании** надежным трансформаторным оборудованием, а также ударными турбогенераторами с высокими эксплуатационными характеристиками.

Силовые трансформаторы производятся на заводе «Силовые машины – Тошиба. Высоковольтные трансформаторы» (СМТТ) – совместном предприятии с корпорацией Toshiba.

## **Преимущества продукции СМТТ:**

- полный цикл производства – от раскроя электротехнической стали и сварки до сборки и испытаний;
- автоматизированный испытательный центр и лаборатория;
- контроль качества на всех этапах проектирования и производства;
- исполнение проектов под ключ;
- срок службы трансформаторов – не менее 30 лет.





# ЭЛЕКТРОСЕТЕВОЙ КОМПЛЕКС

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

### «Силовые машины – Тошиба. Высоковольтные трансформаторы»

Завод «Силовые машины – Тошиба. Высоковольтные трансформаторы» расположен в Санкт-Петербурге, в пос. Металлострой. Производство полного цикла включает заготовительный, сварочно-окрасочный, изоляционный, намоточный, сборочный и складской участки, а также испытательный центр и лабораторию. Технологический уровень производства, оснащенного оборудованием ведущих мировых производителей, отвечает

самым высоким стандартам. Специалисты корпорации «Тошиба» осуществляют непосредственный контроль в области обеспечения качества продукции, соблюдения технологии проектирования и производства. Применение инновационных технологий проектирования и производства, внедрение строгой системы контроля качества гарантируют выпуск продукции с высокими эксплуатационными характеристиками.

## Класс напряжения сетей 110–150 кВ

### Серия двухобмоточных трансформаторов с расщепленными обмотками НН (типа ТРДН с техническими требованиями по ГОСТ 12965)

Стандартный ряд мощности, МВА – 25, 40, 63, 80, 100, 125.

Напряжение НН, кВ – 6.3, 6.6, 10.5, 11.0, 38.5.

Система охлаждения – М, Д, ДЦ.

### Серия двухобмоточных трансформаторов (типа ТДН с техническими требованиями по ГОСТ 12965)

Стандартный ряд мощности, МВА – 25, 40, 63, 80, 100, 125.

Напряжение НН, кВ – 6.3, 6.6, 10.5, 11.0, 38.5.

Система охлаждения – М, Д, ДЦ.

### Серия трехобмоточных трансформаторов (типа ТДТН с техническими требованиями по ГОСТ 12965)

Стандартный ряд мощности, МВА – 25, 40, 63, 80.

Напряжение НН, кВ – 6.3, 6.6, 10.5, 11.0.

Напряжение СН, кВ – 38.5 или по требованию.

Система охлаждения М, Д, ДЦ.

### Блочные (генераторные) двухобмоточные трансформаторы

Стандартный ряд мощности, МВА – 25, 40, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250 или по требованию.

Напряжение НН, кВ – 20, 24 или по требованию.

Система охлаждения – Д, ДЦ.





## Класс напряжения сетей 220 кВ

### Серия двухобмоточных трансформаторов с расщепленными обмотками НН (типа ТРДН с техническими требованиями по ГОСТ 17544)

Стандартный ряд мощности, МВА – 25, 40, 63, 80, 125.

Напряжение НН, кВ – 6.3, 6.6, 10.5, 11.0, 38.5.

Система охлаждения – Д, ДЦ.

### Серия двухобмоточных трансформаторов (типа ТДН с техническими требованиями по ГОСТ 17544)

Стандартный ряд мощности, МВА – 25, 40, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 400, 630.

Напряжение НН, кВ – 6.3, 6.6, 10.5, 11.0, 38.5, 20, 24 или по требованию.

Система охлаждения – Д, ДЦ.

### Трехфазные автотрансформаторы (типа АДЦТН с техническими требованиями по ГОСТ 17544)

АДЦТН–63000/220/110.

АДЦТН–125000/220/110.

АДЦТН–200000/220/110.

АДЦТН–250000/220/110.



## Класс напряжения сетей 330 кВ

### Серия двухобмоточных трансформаторов (типа ТДН с техническими требованиями по ГОСТ 17544)

Стандартный ряд мощности, МВА – 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250.

Напряжение НН, кВ – 6.3, 6.6, 10.0, 10.5, 11.0, 38.5.

Система охлаждения – Д, ДЦ, М/Д/ДЦ.

### Блочные (генераторные) трансформаторы

Стандартный ряд мощности, МВА – 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 400, 630 или по требованию.

Напряжение НН, кВ – 20, 24 или по требованию.

Система охлаждения – Д, ДЦ, Ц.

### Трехфазные автотрансформаторы (типа АДЦТН с техническими требованиями по ГОСТ 17544)

АДЦТН–125000/330/110.

АДЦТН–200000/330/110.

АДЦТН–250000/330/150.

### Однофазные автотрансформаторы (типа АОДЦТН с техническими требованиями по ГОСТ 17544) или по требованию

АОДЦТН–133000/330/220.





## Класс напряжения сетей 500 кВ

### Блочные (генераторные) трехфазные трансформаторы

Стандартный ряд мощности, МВА – 200, 250, 400, 630 или по требованию.  
Напряжение НН, кВ – 20, 24 или по требованию.  
Система охлаждения – ДЦ, Ц.

### Блочные (генераторные) однофазные трансформаторы

Стандартный ряд мощности, МВА – 333, 417, 533 или по требованию.  
Напряжение НН, кВ – 20, 24 или по требованию.  
Система охлаждения – ДЦ, Ц.

### Однофазные автотрансформаторы (типа АОДЦТН с техническими требованиями по ГОСТ 17544) или по требованию

АОДЦТН–167000/500/220.  
АОДЦТН–167000/500/330.  
АОДЦТН–267000/500/220.  
АОЦТН–417000/500/220.

### Трехфазные автотрансформаторы (типа АТДЦТН с техническими требованиями по ГОСТ 17544) или по требованию

АТДЦТН–500000/500/220.  
АТДЦТН–250000/500/110.



## Класс напряжения сетей 750 кВ

### Блочные (генераторные) однофазные трансформаторы

Стандартный ряд мощности, МВА – 333, 417, 533 или по требованию.  
Напряжение НН, кВ – 20, 24 или по требованию.  
Система охлаждения – ДЦ, Ц.





## Ударные генераторы

### Завод «Электросила»

К электротехническому оборудованию (трансформаторам, выключателям и др.), устанавливаемому на электростанциях и подстанциях, предъявляются жесткие требования к стойкости в динамических режимах, а именно – механическая прочность после прохождения короткого замыкания и термическая стойкость при воздействии повышенными токовыми нагрузками. Для достаточного объема испытаний электротехнического оборудования создаются специализированные испытательные центры, в состав которых входят лаборатории большой мощности, способные обеспечить испытания широкого ряда электротехнического оборудования в динамических режимах.

Для создания мощного импульса тока (определенной длительности и определенной мощности) в лабораториях большой мощности испытательных центров применяются ударные турбогенераторы, предназначенные для работы в режимах коротких замыканий (трехфазных и двухфазных) с заданной периодичностью. На заводе «Электросила» была спроектирована серия ударных турбогенераторов ТИ модельной мощностью от 2,5 до 100 МВА мощностью короткого замыкания до 2500 МВА. В испытательных лабораториях России, Румынии, Польши и Китая установлены 10 агрегатов ТИ-100-2.

«Силовые машины» предлагают индивидуальные комплексные решения по оснащению лабораторий большой мощности комплексами ударных генераторов по требованию заказчика мощностью короткого замыкания до 5000 МВА, частотой вращения 1500 об/мин (1800 об/мин) или 3000 об/мин (3600 об/мин), а также сервис эксплуатации оборудования.

Тип генератора	Модельная мощность, МВА	Модельная мощность короткого замыкания (в испытательной камере), МВА	Номинальное напряжение, кВ	Максимальное напряжение, кВ	Частота вращения, об/мин	Год ввода в серийное производство
ТИ-100-2	100	2500	10	12	3000	1970

# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ





# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

**«Силловые машины»** в соответствии с современными тенденциями развития энергетики ведут активную инновационную политику в области развития продуктовой номенклатуры, в том числе для «зеленой энергетики».

**Компания предлагает эффективные решения** для геотермальной энергетики, ветроэнергетики и электростанций на биомассе.





# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

## ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

### Калужский турбинный завод

Калужский турбинный завод разрабатывает оборудование для геотермальной энергетики с 1960-х годов. В числе проектов – изготовление оборудования для Паужетской ГеоЭС, строительство под ключ Верхне-Мутновской ГеоЭС и ряд работ для Мутновской ГеоЭС.

Турбины малой мощности (0,5–8 МВт)

#### Основные характеристики

Турбина	0,5–8 МВт
Температура пара	151–167
Расход, т/ч	30,4–40,4
Число ступеней	5–12
КПД эф	69,1–75,1
Высота лопатки последней ступени	280

Турбины средней мощности (30–40 МВт)

#### Основные характеристики

Турбина	30–40 МВт
Температура пара	158
Расход, т/ч	234–255
Содержание неконденсируемых газов, %	3,3–4
Число ступеней	16
КПД эф	83,5
Высота лопатки последней ступени	578





# ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

## Завод «Электросила»

### Синхронный генератор для ветроэнергетической установки

Предназначен для преобразования энергии ветра в электрическую в диапазоне скорости ветра от 7 до 14 м/с.

#### В комплект поставки входят:

- синхронный генератор ГС 1060-1500 с бесщеточным возбуждением;
- выпрямительно-инверторный преобразователь ВИП-1,2-0,85-43/50, преобразующий напряжение переменной частоты и амплитуды обмоток синхронного генератора
- в напряжение постоянной частоты и амплитуды на вторичной стороне силовых трансформаторов;
- силовые трансформаторы ТМ630, согласующие напряжение преобразователя и сети.

Технические характеристики:

#### СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР

Номинальная мощность, кВт	1060
Номинальное напряжение, В	690
Номинальная частота, Гц	50
Номинальная частота вращения, об/мин	1300
Диапазон регулирования частоты вращения генератора	1:2
Габариты генератора, мм	1820×1320×1110
Масса генератора, кг	5000

#### ВЫПРЯМИТЕЛЬНО-ИНВЕРТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ (ВИП)

Габариты ВИП, мм	2700×1000×2300
Масса ВИП, кг	2400

#### СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

Габариты трансформатора, мм	1860×955×1605
Масса трансформатора, кг	2500

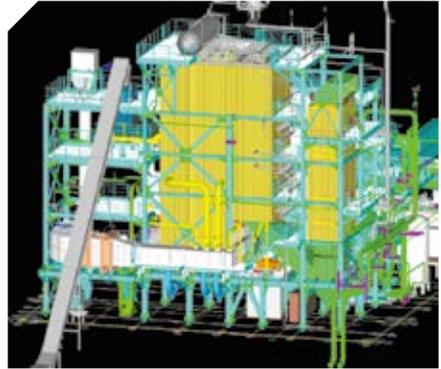


## БИОМАССА

### ТКЗ «Красный котельщик»

#### Паровой котел для сжигания биомассы

Паровой котел для сжигания биомассы имеет апробированную эффективную конструкцию с нижним опиранием. Паровой котел с естественной циркуляцией, двухходовой вертикальной конструкции с присоединенным экономайзером и воздухоподогревателем. Части под давлением, где возможно, выполнены из газоплотных мембранных панелей. Пароперегреватель расположен во втором ходе по газу. Пароперегреватель состоит из двух ступеней. Топливо котла – биомасса, которая состоит из древесных отходов. Топливо подается в топку при помощи воздушных распределителей, топливо сжигается на водоохлаждаемой вибрационной решетке. Воздух под горением и над горением обеспечивает полное сжигание с минимальным выбросом NOx. Сжигание на водоохлаждаемой вибрационной решетке позволяет получить менее 2%

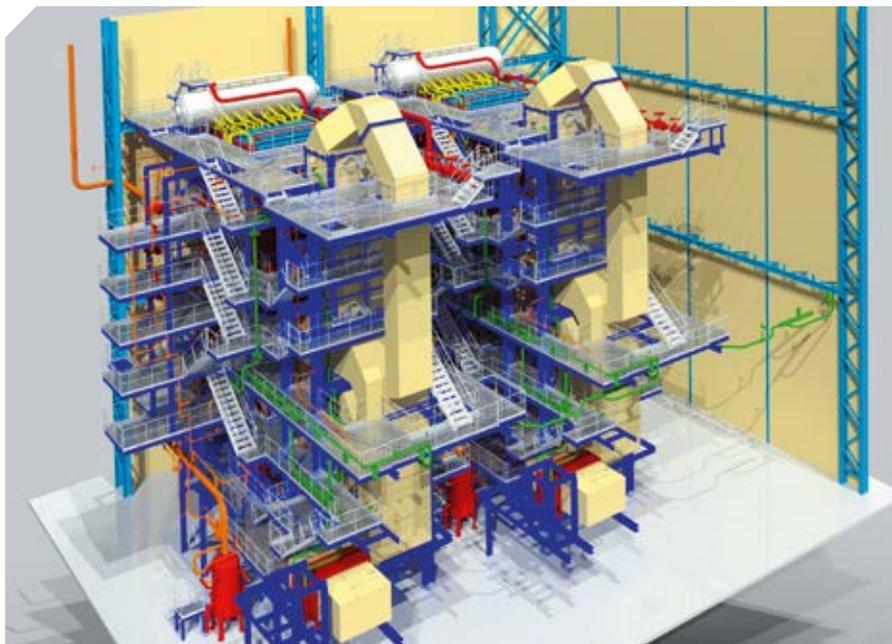


механического недожога. Водоохлаждаемая вибрационная решетка требует низких расходов на техническое обслуживание. Запальная газовая горелка используется для розжига биотоплива.

Тип котла	Производительность, кг/с (т/ч)	Давление пара за котлом, МПа	Температура пара, °С	Основной вид топлива
Е-33-6,0-460	33	6,0	460	Биотопливо Древесные отходы
Е-26,4-7,2-480	26,4	7,2	480	Биотопливо Древесные отходы
Е-22-5,1-455	22,0	5,1	455	Биотопливо Древесные отходы



## Проект котла на биотопливе для ОАО «УИФК СВЕЗА», пос. Понтонный, Колпинский район, Санкт-Петербург, Россия



Паровой котел самоопорный, одноба-  
рабанный, вертикально-водотрубный,  
с естественной циркуляцией, с уравни-  
вешенной тягой, газоплотный, с мем-  
бранными экранами. Предназначен  
для получения перегретого пара при  
сжигании биомассы (отходы производ-  
ства деревообработки).

Пуск котлов – конец 2018 года.

Количество котлов	2 шт.
Тепловая мощность	2×27,8 МВт
Расход пара	40 т/ч
Давление пара	22,5 бар(а)
Температура пара	305 °С
Температура питательной воды	125 °С
Давление питательной воды	36 бар(а)



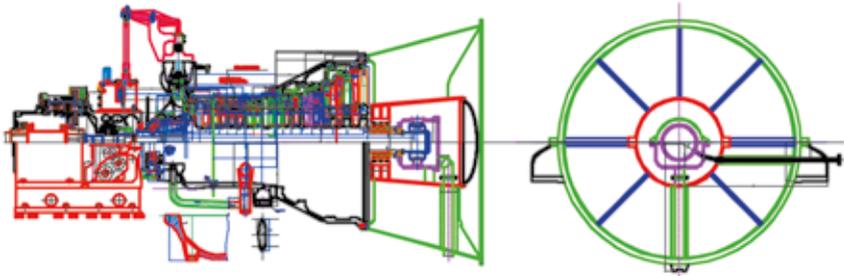
# УТИЛИЗАЦИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

## Калужский турбинный завод

### Турбина К-40-8,0 с осевым выхлопом для проектов по утилизации твердых бытовых отходов

Турбина с осевым выхлопом – это усовершенствованная модель конденсационной паровой турбины. Для того чтобы вернуть выхлоп в конденсатор, стандартная конденсационная паровая турбина обычно выбрасывает выхлоп вверх или вниз, под прямым углом к валу. Конструкция турбины с осевым выхлопом позволяет удалить выхлоп в направлении вала, к которому конденсатор может быть подсоединен напрямую. Простая схема расположения значительно

уменьшает конструкционные затраты и в значительной мере способствует сокращению времени и расходов на проверку и техническое обслуживание. Турбины с осевым выхлопом, в отличие от турбин с выхлопом, направленным вниз или вверх, устанавливаются на опирающуюся на колонны верхнюю плиту более низкого двухуровневого фундамента, что значительно сокращает затраты на строительство фундаментов машинного зала, стен сооружения.



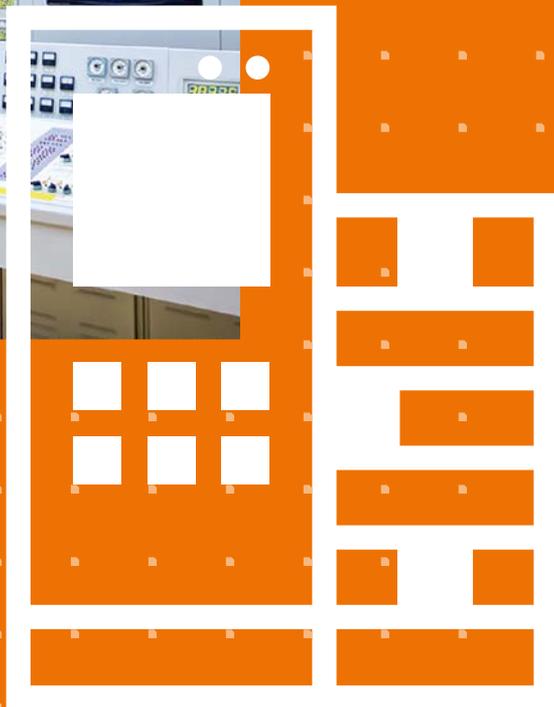
#### Основные характеристики

Электрическая мощность		40 МВт
Число оборотов		50 (3000) сек <sup>-1</sup> (об/мин)
Тип генератора		ТФП-40-2МУЗ
Поверхность охлаждения конденсатора		2500 м <sup>2</sup>
Материал трубок конденсатора		МНЖ5-1
Число ходов конденсатора		2
Расход охлаждающей воды		6400 т/ч
Температура охлаждающей воды		15 °С
Пар высокого давления	Давление	8,0 МПа (абс)
	Температура	540 °С
	Расход	123,3 т/ч



Основные характеристики		
Пар низкого давления	Давление	0,67 МПа (абс)
	Температура	218 °С
	Расход	14,75 т/ч
Параметры пара за турбиной	Давление	5,1 кПа (абс)
	Влажность	10,3%
	Расход	137,42 т/ч
Число ступеней турбины		17
Тип регулирующей ступени		двухвенечная
Ввод пара низкого давления		за восьмой ступенью

# СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ





# СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ

«**Силовые машины**» разрабатывают, изготавливают, внедряют и обслуживают **широкий спектр систем возбуждения энергетических машин**, а также комплексы программно-технических средств автоматизации управления основного оборудования.

## **Преимущества использования автоматизированных систем управления технологическим процессом «Силовых машин»:**

- обеспечение безопасности персонала;
- повышение надежности работы основного оборудования;
- оптимизации режимов работы основного оборудования;
- повышение качества информационного обеспечения процессов управления производством.





# СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИКИ

## СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Производство систем возбуждения для оснащения турбо-, гидро- и дизель-генераторов в «Силовых машинах» осуществляется в современном и высокотехнологичном производственном комплексе компании, введенном в эксплуатацию в 2012 году (расположен в п. Металлострой, Санкт-Петербург).

### Основные типы изготавливаемых систем возбуждения:

- системы тиристорные самовозбуждения (СТС);
- системы тиристорные независимые (СТН);
- системы диодные независимые (СДН);
- системы бесщеточные диодные (СБД);
- резервные системы (СТСР).

### Системы возбуждения обеспечивают следующие режимы работы синхронных генераторов:

- начальное возбуждение;
- холостой ход;
- включение в сеть методом точной синхронизации или самосинхронизации;
- работу в энергосистеме с нагрузками и перегрузками, допустимыми для генератора;
- форсировку возбуждения с заданной кратностью по напряжению и по току;
- разгрузку по реактивной мощности до значения  $\cos\varphi=1$ ;
- развозбуждение при нарушениях в энергосистеме;
- гашение поля генератора в аварийных режимах и при нормальной остановке;
- работу генератора в составе группового регулятора реактивной мощности (ГРАРМ);
- электрическое торможение агрегата.

Электромашинные системы возбуждения, выпущенные предприятием более полувека назад и находящиеся до сих пор в эксплуатации, могут быть заменены по желанию потребителя на современные полупроводниковые статические системы с любым набором заданных функций.

Концепция конструирования щитов систем возбуждения основана на унификации конструкции с использованием отработанных унифицированных секций, модулей и блоков, что позволяет осуществить любое исполнение щитов, удовлетворяющее требованиям заказчика. Основными унификационными единицами являются: секция тиристорная, секция управления и регулирования и секция силовая.

## Основные эксплуатационные характеристики систем возбуждения разных типов

Эксплуатационная характеристика	СТС	СТН	СБД	СДН
Быстродействие	Высокое	Высокое	Среднее	Низкое
Поддержание напряжения статора при близком КЗ	Нет	Да	Да	Да
Скорость восстановления напряжения статора при резких изменениях нагрузки	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя
Обслуживание выпрямителя при работе генератора	Да	Да	Нет	Да, если используется статический выпрямитель
Резервирование выпрямителя	Да	Да	Нет	Да
Мониторинг тока возбуждения, изоляции	Да	Да	Да, с помощью вспомогательных колец	Да
Быстрое гашение поля	Да, с помощью инвертирования и АГП	Да, с помощью инвертирования и АГП	Нет	Да, с помощью АГП
Общее тех. обслуживание	Щеточный аппарат	Щеточный аппарат	Диоды выпрямителя	Щеточный аппарат и/или коллектор





## Системы тиристорные самовозбуждения (СТС)

В СТС питание тиристорного преобразователя осуществляется от выпрямительного трансформатора, подключенного к шинам турбо- или гидрогенератора.

### В комплект оборудования СТС входят:

- трансформатор выпрямительный;
- щит возбуждения в составе: секция силовая, секция тиристорная, секция управления и регулирования;
- резисторы в цепи разрядника.

СТС выпускаются для турбо- и гидрогенераторов с параметрами возбуждения:

СТС для турбогенераторов

Тип системы возбуждения	Ток (длит./форс.), А	Напряжение (длит./форс.), В
СТСН-2П-200-2000-2,5 УХЛ4	2000/3480	200/450
СТС-2П-200-1000-2,5 УХЛ4	1000/1820	200/450
СТС-2П-200-2000-2,5 УХЛ4	2000/3460	200/450
СТС-2П-210-1100-2,5 УХЛ4	1100/2000	210/480
СТС-2П-210-1600-2,5 УХЛ4	1600/2970	210/475
СТС-2П-270-1900-2,5 УХЛ4	1900/3200	270/545
СТС-2В-270-3200-2,5 УХЛ4	3200/6000	270/615
СТСН-285-1300 2,5 УХЛ4	1300/2200	285/650
СТС-1П-320-1400-2,5 УХЛ4	1400/2340	320/700
СТСН-2П-200-2000-2,5 УХЛ4	2000/3480	200/450
СТС-2П-200-1000-2,5 УХЛ4	1000/1820	200/450
СТС-2П-200-2000-2,5 УХЛ4	2000/3460	200/450
СТС-2П-210-1100-2,5 УХЛ4	1100/2000	210/480
СТС-2П-210-1600-2,5 УХЛ4	1600/2970	210/475
СТС-2П-270-1900-2,5 УХЛ4	1900/3200	270/545
СТС-2В-270-3200-2,5 УХЛ4	3200/6000	270/615
СТСН-285-1300 2,5 УХЛ4	1300/2200	285/650
СТС-1П-320-1400-2,5 УХЛ4	1400/2340	320/700
СТС-2П-360-3000-2,5 УХЛ4	3000/5500	360/813
СТС-2П-500-4000-1,6 ТЗ	4000/4860	500/704
СТС-1В-550-3200-2,5 УХЛ4	3200/5745	550/1230
СТС-2В-550-3200-2,5 УХЛ4	3200/5160	550/1250
СТС-2П-530-2900-2,7 О4	2900/5200	530/1260
СТСН-2П-270-1900-2,5 УХЛ4	1900/3200	270/545

## СТС для гидрогенераторов

Тип системы возбуждения	Ток (длит./форс.), А	Напряжение (длит./форс.), В
СТС-215-665-2,5 О4	665/1090	215/440
СТС-230-730-1,8 УХЛ4	730/1300	230/400
СТС-130-850-2 Т4	850/1380	130/220
СТС-130-850-2 Т4	850/1520	130/220
СТС-130-850-2,5 Т4	850/1520	130/220
СТС-150-900-2,5 УХЛ4	900/1560	150/360
СТС-120-900-2,5 УХЛ4	900/1600	120/250
СТС-1Е-220-1200-2,5 УХЛ4	1200/2200	220/500
СТС-420-2100-2,5 УХЛ4	2100/3800	420/950
СТС-275-1500-2,5 О4	1500/2700	275/600
СТС-300-1600-2,5 УХЛ4	1600/2895	300/675
СТС-200-1200-2,5 УХЛ4	1200/2160	200/450
СТС-240-1100-2,5 О4	1100/1850	190/475
СТС-275-1200-2,5 УХЛ4	1200/2160	275/625
СТС-М-300-1500-2,5 О4	1485/2700	245/540
СТС-300-1900-2,5 Т4	1900/3400	300/600
СТС-320-1400-2,5 УХЛ4	1400/2340	320/490
СТС-425-2100-3,5 УХЛ4	2100/3760	425/1295
СТС-435-1200-1,75 УХЛ4	1200/2200	435/860
СТС-675-4400-2,8 УХЛ4	4400/8000	675/1680
СТС-315-1480-2,5 ТВ4	1480/2460	315/788
СТС-130-730-2 Т4	525/730	90/130
СТС-160-1300-2 УХЛ4	1300/2370	160/280
СТС-1П-250-1250-2,3 ТВ4	1250/2120	250/460
СТС-1Е-560-1610-2,5 УХЛ4	1610/2930	560/1265
СТС-490-1660-4 О4	1660/2860	490/1580
СТС-210-1045-2,5 ТВ4	1045/1900	210/465
СТС-210-1090-3 УХЛ4	1090/1880	210/525
СТС-1Е-264-1850-2,5 УХЛ4	1850/3360	264/600
СТС-155-1450-2,5 УХЛ4	1450/2580	155/325
СТС-1П-320-1270-2,4 О4	1270/2110	320/675
СТС-430-1260-2,5 УХЛ4	1260/2300	430/950
СТС-1Е-300-1130-2,5УХЛ4	1130/2060	300/665
СТС-1Е-210-1000-2,5УХЛ4	1000/1830	210/475
СТС-300-2000-2,5 УХЛ4	2000/3490	300/575
СТС-2Е-85-735-2,5УХЛ4	735/1270	85/175
СТС-440-1250-2,5 УХЛ4	1250/2270	440/1000



Тип системы возбуждения	Ток (длит./форс.), А	Напряжение (длит./форс.), В
СТС-2П-470-2100-2,9 УХЛ4	2100/3640	380/1100
СТС-290-1730-2,5УХЛ4	1730/3130	290/650
СТС-160-1300-2,6ТВ4	1300/2080	160/310
СТС-2П-420-2100-2,5 УХЛ4	2100/3800	420/950

## Системы возбуждения тиристорные независимые (СТН)

В СТН тиристорный преобразователь главного генератора получает питание от независимого источника напряжения переменного тока промышленной частоты – вспомогательного синхронного генератора (возбудителя), соединенного жестко с валом главного генератора. При этом вспомогательный генератор возбуждается по схеме самовозбуждения.

### В комплект оборудования СТН входят:

- вспомогательный генератор (возбудитель);
- щит возбуждения основного генератора в составе: секция силовая, секция тиристорная, секция управления и регулирования;
- резисторы в цепи разрядника;
- трансформатор выпрямительный системы возбуждения возбудителя;
- щит возбуждения возбудителя.

СТН выпускаются в основном для крупных турбо- и гидрогенераторов с параметрами возбуждения:

СТН для турбогенераторов

Тип системы возбуждения	Ток (длит./форс.), А	Напряжение (длит./форс.), В
СТН-400-2500-2Е УХЛ4	2500/4600	400/720
СТН-350-2900-2Е УХЛ4	2900/5270	350/634
СТН-380-3300-2Е УХЛ4	3900/6980	380/684
СТН-560-4100-2Е УХЛ4	4100/7480	560/1018
СТН-670-4200-2Е УХЛ4	4200/7530	670/1220
СТН-480-5500-2 УХЛ4	5500/10000	480/870
СТН-1П-550-3000-2 УХЛ4	3200/5750	550/982
СТН-2В-360-2800-2 О4	2800/5020	360/652
СТН-2В-670-4200-2 УХЛ4	4200/7700	660/1200
СТН-1В-550-3200-2 УХЛ4	3200/5800	550/980
СТН-935-2100-2 УХЛ4	2100/3800	435/770

## СТН для гидрогенераторов

Тип системы возбуждения	Ток (длит./форс.), А	Напряжение (длит./форс.), В
СТН-М-480-1870-3,2 УХЛ4	1870/3400	480/1390
СТН-435-2100-2 УХЛ4	2100/3760	435/770
СТН-410-1650-2,6 УХЛ4	1650/3000	410/960
СТН-610-3850-3 УХЛ4	3850/7000	610/1650
СТН-675-4400-3,5 УХЛ4	4400/8000	675/2140

## Системы возбуждения бесщеточные диодные (СБД)

В СБД диодный преобразователь главного генератора расположен на роторе и получает питание от вспомогательного синхронного генератора (возбудителя) обращенного типа. Возбуждение возбудителя обеспечивается статической системой возбуждения, тиристорные преобразователи которого питаются от трансформаторов, подключенных к сети собственных нужд станции.

### СБД выпускаются для всех типов турбогенераторов

#### с параметрами возбуждения:

- напряжение возбуждения до 630 В;
- ток возбуждения до 7640 А.

#### В комплект оборудования СБД входят:

- бесщеточный возбудитель, включающий с себя:
  - вспомогательный генератор (возбудитель) обращенного типа;
  - диодный вращающийся преобразователь;
  - трансформаторы выпрямительные статической системы возбуждения возбудителя либо подвозбудитель (генератор с постоянными магнитами);
- щит возбуждения:
  - для турбогенераторов мощностью до 1200 МВт – щит возбуждения типа ЩВ-2Е-315-380-2 (УХЛ4/О4) в составе: секция ввода; секция тиристорная; секция управления и регулирования;
  - для турбогенераторов мощностью от 300 до 890 МВт – односекционный двухканальный щит возбуждения ЩВ-2Е-80 (УХЛ4/О4) и шкаф защиты ротора ШЗР (УХЛ4/О4) или щит возбуждения ЩВ-2Е-100-500, состоящий из 4 секций;
- для турбогенераторов мощностью от 20 до 60 МВт – односекционный двухканальный щит возбуждения ЩВ-2Е-40МС (УХЛ4/О4) и шкаф защиты ротора ШЗР (УХЛ4/О4);
- для турбогенераторов мощностью до 18 МВт – односекционный двухканальный щит возбуждения ЩВ-2Е-20 или ЩВ-2Е-20-500 и шкаф защиты ротора ШЗР;
- резисторы в цепи разрядника.



## СБД для мощных турбогенераторов

Системы возбуждения бесщеточные диодные (СБД)

Тип системы	Ток (длит./форс.)	Напряжение (длит./форс.), В
СБД-400-7600-2 УХЛ4	7600/13680	400/720
СБД-180-890-2 УХЛ4	890/1602	180/324
СБД-240-1065-2О4	1065/1917	240/432
СБД-120-320-2 УХЛ4	320/576	120/216
СБД-120-330-2 КМ УХЛ4	330/594	120/216
СБД-340-5800-2 О4	5800/10440	340/612
СБД-500-3200-2 УХЛ4	3200/5760	500/900
СБД-141-578-2 УХЛ4	578/1041	141/254
СБД-370-3900-2 УХЛ4	3900/7020	370/666
СБД-530-7640-2М УХЛ4	7640/13752	530/954
СБД-520-5550-2 УХЛ4	5550/9990	520/936
СБД-480-9600-2 УХЛ4	6440/11592	630/1134
СБД-112-320-2 УХЛ4	320/576	112/202
СБД-182-650-2 УХЛ4	650/1170	182/328

## Системы диодные независимые (СДН)

В СДН диодный преобразователь главного генератора получает питание от независимого источника напряжения переменного тока частотой 400 (500) Гц – вспомогательного индукторного генератора. Регулирование возбуждения основного генератора осуществляется регулированием напряжения вспомогательного генератора.

СДН выпускаются в основном для модернизации устаревших электромашинных систем возбуждения турбогенераторов мощностью 60–120 МВт.

### В комплект оборудования СДН входят:

- вспомогательный генератор со встроенным диодным преобразователем либо высокочастотный диодный преобразователь в отдельном шкафу, щит возбуждения ЩВ-2Е-40МН или ЩВ-2Е-80Н;
- шкаф выключателей основного возбуждителя ШВВ;
- шкаф выключателей резервного возбуждителя ШВР;
- резисторы в цепи разрядника;
- трансформаторы возбуждения.

Тип системы	Ток (длит./форс.)	Напряжение (длит./форс.), В
СДН-280-1680-2М УХЛ4	1680/3024	280/504
СДН-500-3200-2 УХЛ4	3200/5760	500/900
СДН-305-1900-2 УХЛ4	1900/3420	305/549



## Системы тиристорные самовозбуждения реверсивные (СТС-Р)

Предназначены для питания обмотки возбуждения асинхронизированного генератора.

### В комплект оборудования СТС-Р входят:

- тиристоры выпрямительные;
- щит возбуждения в составе: секция управления и регулирования, секции силовые переменного тока, тиристорные секции, секции силовые выпрямленного тока;
- резисторы в цепи разрядника.

Системы тиристорные самовозбуждения реверсивные (СТС-Р)

Тип системы	Ток (длит./форс.)	Напряжение (длит./форс.), В
СТСН-Р-2П-200-2430-2,5/3,5 УХЛ4	2430/4374	200/450/630
СТСН-Р-2П-340/34-3600/2600-2,5 УХЛ4	3120/2190/5616/3942	300/34/675/87
СТСН-Р-2П-130/20-2500/1000 УХЛ4	2500/1000/4500/1800	130/20/293/162

## Системы тиристорные резервные (СТР)

Предназначены для питания обмотки ротора турбогенератора в случаях, когда основная система возбуждения вследствие неисправности или технического обслуживания выведена из работы.

### В комплект оборудования СТР входят:

- трансформатор выпрямительный;
- щит возбуждения в составе: секция разъединителей, секция тиристорная, секция управления и регулирования.

### СТР выпускаются для обеспечения резервного возбуждения генераторов с параметрами:

- напряжение возбуждения до 465 В;
- ток возбуждения до 3850 А.

По требованию заказчика возможна поставка системы возбуждения типа СТР с напряжением возбуждения турбо- или гидрогенератора до 660 В и током возбуждения до 4200 А.

СТР для турбогенераторов мощностью от 100 до 800 МВт

Тип системы	Ток (длит./форс.)	Напряжение (длит./форс.), В
СТСР-1П-415-2500 УХЛ4	2500/4500	415/747
СТСР-1П-465-3850-2 УХЛ4	3850/6930	465/837
СТСР-1П-400-2500-2,2 УХЛ4	2500/4500	400/792
СТСР-1П-310-1900-2 УХЛ4	1900/3420	310/558
СТСР-1П-270-2000-2 УХЛ4	2000/3600	270/486
СТСР-1П-270-1900-2 УХЛ4	1900/3420	270/486
СТСР-1П-270-3200-2 УХЛ4	3200/5760	270/486
СТСР-1П-330-2000-2 УХЛ4	2000/3600	330/594



## Электромашинные возбудители турбогенераторов

### Электромашинный бесщеточный возбудитель диодный (БВД)

Возбудители изготавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52776. Возбудители поставляются в общепромышленном и тропическом исполнении.

Синхронный генератор переменного тока обращенного исполнения с диодным вращающимся выпрямителем на валу.

Тип возбудителя	Мощность (ном./форс.), кВт	Напряжение (ном./форс.), В	Частота вращения, об/мин
БВД-4600-1500	4000/13200	518/940	1500
БВД-4500-3000	4060/16240	620/1240	3000
БВД-4000-3000	4000/16000	530/1060	3000
БВД-3400-3000	4060/16200	480/960	3000
БВД-2600-3000	2890/11540	520/1040	3000
БВД-2400-3000	2270/9090	390/780	3000
БВД-2100-3000	2080/6800	520/950	3000
БВД-1600-3000	1600/6400	500/1000	3000
БВД-1500-1500	1425/5700	365/730	1500
БВДП-520-3000	500/2000	210/420	3000
БВД-240-3000	420/1680	240/480	3000
БВД-155-3000	150/600	200/400	3000
БВД-150-1500	130/330	240/380	1500
БВД-130М-3000	228/912	285/570	3000
БВД-85-3000	85/340	125/250	3000
БВДП-50-3000	50/200	130/260	3000
БВДП-40-3000	25/100	70/140	3000

### Электромашинный возбудитель (ВТ)

Возбудители изготавливаются в соответствии с ГОСТ 533-2000 по индивидуальным техническим условиям. Возбудители поставляются в общепромышленном и тропическом исполнении.

Синхронный трехфазный генератор переменного тока применяется как вспомогательный в тиристорной системе независимого возбуждения турбогенераторов.

Тип возбудителя	Мощность (длит./форс.), кВт	Напряжение, (длит./форс.), В	Частота, Гц	Частота вращения, об/мин
ВТ-4000-2 УЗ, ТЗ (для ТВВ 220-2Е УЗ,ТЗ)	2160/3870	520	50	3000
ВТ-4000-2 УЗ, ТЗ (для ТВВ 320-2Е УЗ,ТЗ)	3100/5530	560	50	3000
ВТ-2400-3600 ТЗ	1200/3900	500	60	3600
ВТ-5000-2 УЗ	2310/7610	830	50	3000
ВТ-6000-2 УЗ	2850/9560	940	50	3000

## Агрегаты резервного возбуждения к генераторам

Представляют собой двухмашинные агрегаты, состоящие из приводного двигателя с короткозамкнутым ротором и генератора постоянного тока. Предназначены для работы в закрытых помещениях с нормальным уровнем окружающей среды.

Машины агрегатов выполняются с горизонтальным расположением вала, на фундаментной плите, на стояковых подшипниках скольжения с кольцевой или комбинированной (кольцевой и принудительной) смазкой.

### Исполнение:

- двигателей серий ДА и АДН и генераторов типов ГПС-700, ГПС-900, ГПС-2000, ГПС-3000 – открытое, с самовентиляцией;
  - двигателей серии ДАЗ-18 – закрытое, с самовентиляцией;
  - двигателей типа ДАЗ-2012-16 – закрытое, с принудительной вентиляцией;
  - генератора типа ГПС-5200 – в кожухе, с принудительной вентиляцией, с открытым коллектором.
- Пуск – прямой, от полного напряжения сети; допускается и при пониженном напряжении, но не менее 0,6 Uном. Агрегаты резервного возбуждения поставляются с комплектом аппаратуры систем возбуждения генераторов.

Типы машин, входящих в агрегат	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения (синхр.), об/мин	Коэффициент мощности
ДАЗ-1818-8 УЗ	800/2500	6000	750	0,66/0,86
ГПС-3000-750 УЗМ	555/2000 630/1400	300/600 6000		
ДАЗ-1818-8 УЗ	480/1350	80/300	750	0,77/0,86
ГПС-3000-750 УЗМ	1250/4500	6000	375	0,87/0,82
ДАЗ-2012-16УЗ	1010/4380	360/750		
ГПС-5200-375 УЗМ	900/3190	400/750	1000	0,84/0,80
ДА-1612-6 ТЗ	2000/5600	6000		
ГПС-900-1000 ТЗМ	1800/4600	500/800	900	0,78/0,85
АДН-14-59-8 ТЗ	1600/4100	500/800		
ГПС-700-900 ТЗМ	2000/5600	10500	1000	0,71/0,72
ДАЗ-1810-6ТЗ	1800/4600	500/800		
ГПС-2000-1000 ТЗМ	4000/8000	6000	750	0,66/0,86
ДАЗ-1818-8 ТЗ	4200/7500	600/800		



## Системы возбуждения дизель-генераторов и малых турбогенераторов

Для дизель-генераторов и малых турбогенераторов изготавливаются два типа систем возбуждения.

**Статическая система возбуждения** с фазовым компаундированием, реализованная на базе трехобмоточного суммирующего трансформатора с магнитным шунтом и управляемого тиристорно-диодного преобразователя. Силовая часть выполнена в виде блока с принудительным охлаждением и размещена на корпусе дизель-генератора. Малогабаритный регулятор напряжения устанавливается в щите управления энергоагрегатом.

**Бесщеточная система возбуждения** с диодным или тиристорным синхронным возбудителем, магнитоэлектрическим подвозбудителем и статическим тиристорным регулятором возбуждения. Вращающаяся часть оборудования системы за счет совмещения конструкции изготавливается в виде компактного блока, установленного на валу генератора. Регулятор возбуждения размещен в отдельном шкафу. Системы возбуждения дизель-генераторов поставляются в комплектах электрических генераторов.

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

- Прикладное программное обеспечение, рабочая и конструкторская документация являются собственными разработками ПАО «Силовые машины»
- При производстве оборудования учитываются нормативные акты РФ в части ПУЭ, ПТЭ, ГОСТ и прочие отраслевые нормативные акты. Оборудование отвечает стандартам МЭК. При выполнении проектов для иностранных заказчиков учитываются требования нормативных актов, действующих в юрисдикции заказчика.
- Сборка изделий и их тестирование на испытательном стенде осуществляются на собственном производстве.
- Комплектуемые поставляются ведущими отечественными и мировыми компаниями, такими как Siemens, Valmet, Fastwel и др. Компания имеет статус VAR (Value-added Reseller) партнера компании Valmet Automation OY (Финляндия).
- Пусконаладочные работы, гарантийное и постгарантийное обслуживание выполняются специалистами «Силовых машин».

## Системы автоматики и автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) для тепловых электростанций

### Основная продукция для теплоэнергетики:

- электронная часть системы регулирования и защит паровой турбины (ЭЧСРиЗ);
- системы технологического мониторинга оборудования (включая вибро-, термоконтроль) турбогенераторов;
- системы управления тепловым блоком.

### Электронная часть системы регулирования и защит паровой турбины (ЭЧСРиЗ)

ПТК ЭЧСРиЗ является неотъемлемой частью электрогидравлической системы регулирования и защиты турбины, обеспечивающей гарантируемые ПАО «Силовые машины» характеристики турбоагрегата как объекта управления, и предназначен для:

- реализации алгоритмов управления и защиты турбины во всех режимах работы;
- формирования управляющих воздействий и передачи их в гидравлическую часть системы регулирования и защиты;
- обеспечения взаимодействия с АСУ ТП турбогенератора, а также со средствами диспетчерского управления энергосистемы;
- обеспечения связи с оператором (машинистом) турбины.

### При создании ПТК ЭЧСРиЗ ПТ решает задачи:

- обеспечения уровня автоматизации в соответствии с требованиями промышленной безопасности и в соответствии с техническими требованиями на ПТК ЭЧСРиЗ;
- обеспечения безопасности персонала;
- повышения надежности работы оборудования (паровой турбины);
- сокращения аварийных ситуаций;
- оптимизации режимов работы оборудования для снижения потерь, ресурсов предприятия;
- повышения качества информационного обеспечения процессов управления производством.



Все основные компоненты ПТК ЭЧСРиЗ, влияющие на ее жизнеспособность и исполнение основных функций (процессы, сетевые средства, блоки питания и т. д.), выполняются резервированными (дублированными).

Компоненты, выполняющие функции технологических защит, полностью дублированы. Переход на резервный компонент

при отказе основного осуществляется автоматически и безударно. Отказ компонента и переключение на резервный сопровождаются соответствующей сигнализацией и фиксацией в журнале событий системы. Замена неисправных компонентов осуществляется в «горячем» режиме без отключения питания или перезагрузки всей системы.

#### **ПТК ЭЧСР состоит из следующих основных компонентов:**

- турбинный контроллер (ТК), включая:
  - средства ввода/вывода и преобразования сигналов датчиков и внешних систем контроля и управления;
  - программируемые средства реализации алгоритмов замкнутого и разомкнутого управления турбиной;
  - средства связи с АСУ ТП турбогенератора;
  - средства цифровой связи с автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора.
- интерфейсные узлы для связи с локальными САУ турбины и с другими системами электростанции;
- системы вторичного питания для всех компонентов ЭЧСР.

#### **ПТК ЭЧСЗ должен включать как минимум следующие компоненты:**

- два комплекта аппаратуры, реализующей защиту от недопустимого повышения частоты вращения ротора турбины, – электронный автомат безопасности (ЭАБ);
- электронную часть системы защиты, реализующую логику защит турбины (за исключением ЭАБ), и средства связи с другими системами АСУ ТП турбогенератора;
- релейную исполнительную часть, обеспечивающую коммутацию силового напряжения, подаваемого на исполнительные устройства защиты турбины – ЭМВ, электромагниты золотника отключения ЭМВ и электродвигатель МУ;
- средства цифровой связи с АРМ оператора;
- систему вторичного питания всех компонентов ЭЧСЗ.

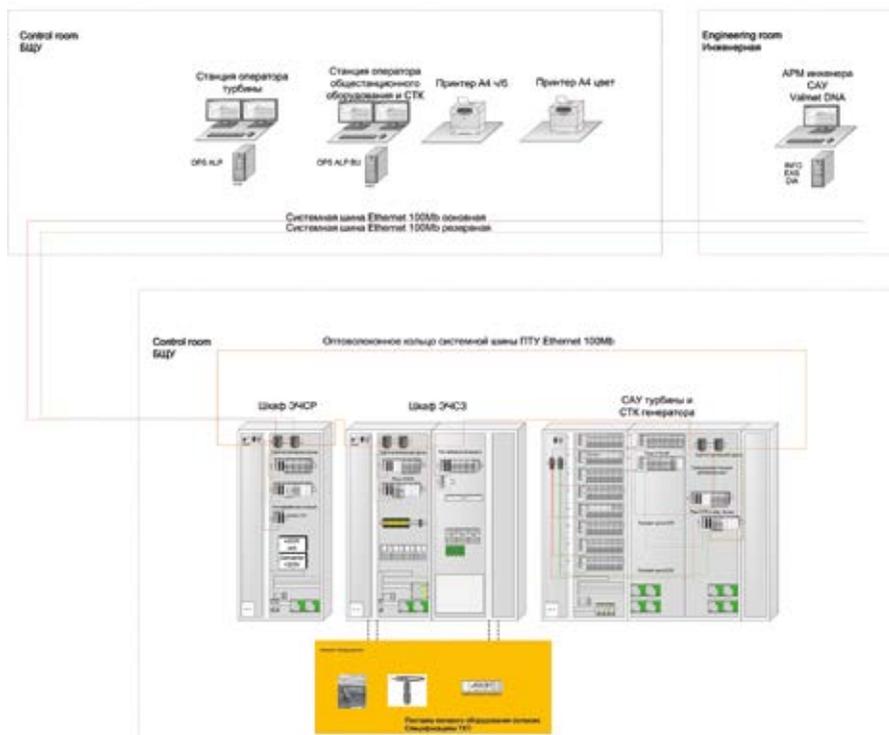
#### **Локальные САУ включают:**

- подсистему управления регенеративными и сетевыми подогревателями;
- подсистему управления системами паровых уплотнений и дренажей турбины;
- подсистему управления оборудованием конденсационной и вакуумной установок;
- подсистему управления маслоснабжением паровой турбины;
- подсистему контроля механических параметров состояния турбоагрегата;
- подсистему технологического контроля паровой турбины и паропроводов.



БЩУ

Инженерная



Структурная схема АСУ ТП турбоагрегата



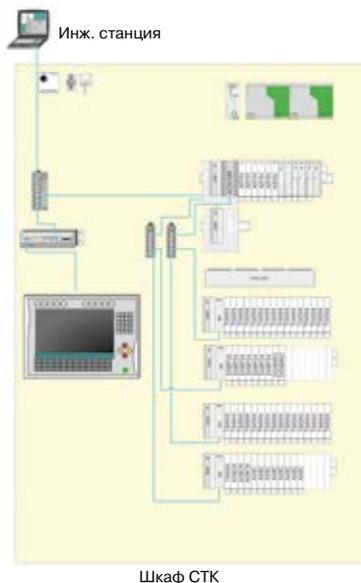
Внешний вид шкафов (ЭЧСР, ЭЧСЗ)



## Системы технологического мониторинга оборудования (включая вибро-, термоконтроль) турбогенераторов

**ПТК системы технологического мониторинга (контроля) (СТК) предназначен для:**

- непрерывного автоматизированного контроля и регистрации всех основных параметров турбогенератора;
- выполнения математической обработки измеряемых параметров;
- архивирования и отображения измеренных и расчетных значений параметров на средствах отображения;
- сигнализации о выходах параметров за пределы уставок;
- информирования персонала о состоянии турбогенератора и вспомогательного оборудования;
- автоматизации формирования обобщающей информации, необходимой для оценки технико-экономических показателей работы оборудования;
- передачи данных на верхний уровень АСУ ТП;
- ведения технической отчетности.



Структурная схема СТК

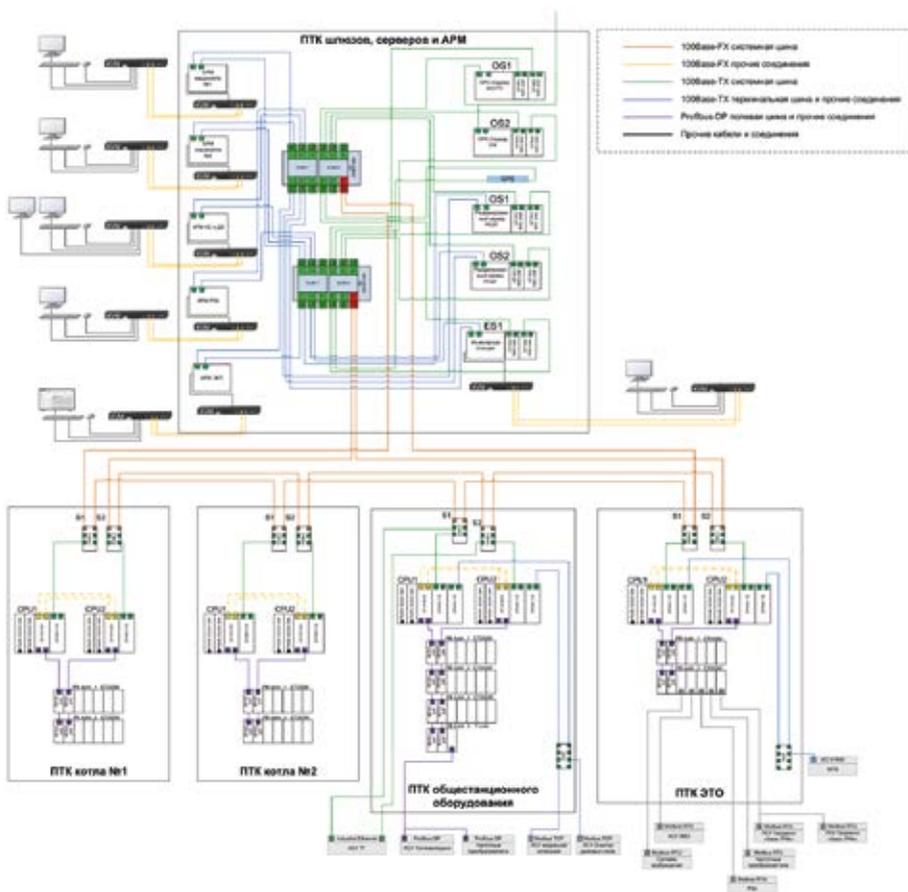
## Системы управления тепловым блоком

**Система управления блоком (котел+паровая турбина+турбогенератор) предназначена:**

- для автоматизации процессов управления выработкой электрической и тепловой энергии в нормальных, переходных и предаварийных режимах работы основного и вспомогательного оборудования котельной с соблюдением высокого уровня экономичности и безопасности эксплуатации;
- для стабилизации заданных режимов технологического процесса путем контроля технологических параметров, визуального представления и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы, как в автоматическом режиме, так и в результате действий оператора;
- для автоматического определения аварийных ситуаций на технологических узлах котельной путем опроса подключенных к АСУ ТП датчиков в автоматическом режиме, анализа измеренных значений и перевода оборудования в безопасное состояние путем выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы в автоматическом режиме или по инициативе оператора;
- для автоматизации формирования обобщающей информации, необходимой для оценки технико-экономических показателей работы оборудования.

**АСУ ТП охватывает следующее оборудование и системы котельной:**

- паровой котел;
- вспомогательное оборудование паровых котлов;
- систему подготовки, хранения и подачи топлива;
- паровую турбогенераторную установку;
- водоподготовительную установку;
- оборудование градирни;
- общестанционное оборудование;
- электротехническое оборудование;
- трансформатор собственных нужд;
- систему вентиляции, кондиционирования и отопления машинного зала;
- пульт аварийного останова;
- блочно-модульную котельную;
- систему контроля выбросов в атмосферу;
- систему очистки сточных вод.



Структурная схема АСУ ТП



## Системы автоматики и АСУ ТП для гидроэлектростанций

### Основная продукция для гидроэнергетики:

- электрогидравлические регуляторы частоты и активной мощности (АРЧМ);
- системы автоматического управления гидроагрегатом (САУ ГА), включая системы технологического мониторинга оборудования (вибро-, термоконтроль, мониторинг параметров трансформаторного оборудования);
- групповые регуляторы активной и реактивной мощности (ГРАМ/ГРНРМ/ГРАРМ);
- комплексные АСУ ТП гидроэлектростанции (включая диспетчеризацию).

### Электрогидравлические регуляторы частоты и активной мощности (АРЧМ)

Программно-технический комплексы (ПТК) регулятора частоты и активной мощности в комплекте с исполнительной частью обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматический программный пуск гидроагрегата и вывод его на подсинхронную частоту вращения или на частоту энергосистемы в соответствии с заданным скольжением в режиме автоподгонки частоты;
- стабилизацию частоты вращения при работе на холостом ходу и на изолированную нагрузку, в том числе параллельно с другими агрегатами;
- поддержание заданного уровня активной мощности;
- управление от центрального задатчика в групповом режиме;
- формирование комбинаторной зависимости (для ПЛ гидротурбин);
- работу гидроагрегата в режиме синхронного компенсатора;
- ограничение активной мощности генератора;
- нормальную остановку гидроагрегата;
- аварийную остановку гидроагрегата;
- формирование информационных и предупредительных сигналов о действиях регулятора на верхний уровень управления.

### Регулирование частоты вращения гидроагрегата

Регулятор частоты вращения обеспечивает пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон стабилизации частоты вращения со следующими параметрами:

#### Параметры

нечувствительность по частоте $\dot{x}/2$ , % от $f_{ном}$	0,005
диапазон измерения частоты вращения (зона линейности), Гц	30–100
диапазон изменения уставки задатчика частоты, % от $f_r$	85–115
постоянный статизм, %	0–10
коэффициент по пропорциональной составляющей	0,1 – 10
постоянная времени интегральной составляющей, с	1–60
постоянная времени дифференциальной составляющей, с	0,02 – 10
регулируемая мертвая зона по частоте, %	0–2,5
диапазон изменения уставки скольжения частоты, Гц	$\pm 1$
диапазон изменения уставки электронного ограничителя, %	0–100
время переключения задатчика частоты, с	10–250

### Регулирование активной мощности гидроагрегата

Регулятор (корректор) активной мощности действует по принципу обратной связи по активной мощности, дополняющей в области низких частот обратную связь по положению в электрогидравлической следящей системе.

Корректор обеспечивает реакцию на управляющее воздействие, эквивалентную пропорционально-интегральному (ПИ) регулятору активной мощности, а также компенсацию влияния гидроудара, возникающего в процессе движения сервомотора.

#### Параметры регулирования по каналу управления мощностью:

коэффициент по пропорциональной составляющей	0,01–0,5
постоянная времени интегральной составляющей, с	0,02–50
постоянный статизм, %	1–10
диапазон изменения уставки задатчика мощности, %	0–110
время переключки задатчика мощности, с	10–250

ПТК АРЧМ соответствует требованиям системного оператора в части ОПРЧ, НПРЧ, что подтверждается результатами испытаний при вводе ПТК в эксплуатацию.



Внешний вид и компоновка АРЧМ



## Системы автоматического управления гидроагрегатом (САУ ГА), включая системы технологического мониторинга оборудования (вибро-, термоконтроль, мониторинг параметров трансформаторного оборудования)

Система автоматического управления гидроагрегатом (САУ ГА) предназначена для контроля состояния и управления гидроагрегатом, его вспомогательным оборудованием, комплексом генераторного выключателя с разъединителями генераторного присоединения.

### В состав САУ ГА обычно входят подсистемы:

- регулирования частоты и активной мощности;
- автоматического управления и технологических защит;
- теплового контроля;
- вибрационного контроля;
- управления возбуждением;
- электрических защит;
- регистрации технологической информации и сигнализации.

### Средствами подсистем САУ ГА организуется:

- местный человеко-машинный интерфейс для наблюдения состояния ГА и оборудования САУ ГА и выдачи команд управления;
- сбор и сохранение технологической информации.

### САУ ГА состоит из нескольких подсистем:

- Подсистема АРЧМ.
- Подсистема МНУ и УВО, предназначенная для:
  - автоматического управления основным и резервным насосами масляной установки системы регулирования для поддержания давления и рабочего объема масла в гидроаккумуляторе;
  - автоматического контроля состояния фильтров тонкой очистки масла в системе регулирования с формированием предупредительной сигнализации;
  - автоматического включения подкачки воздуха в гидроаккумулятор;
  - автоматического управления лекажным агрегатом (через расположенную по месту локальную автоматику);
  - управления маслоохладителем МНУ;
  - ручного управления насосами МНУ;
  - автоматического учета времени работы насосов системы регулирования и изменения статуса масляных агрегатов (основного и резервного) МНУ для обеспечения равномерного использования ресурса;
  - получения сигнализации и измерений от устройств автоматики дренажных и лекажных насосов;
  - автоматического и ручного управления основным и резервным дренажным насосом удаления протечек с крышки турбины (через расположенную по месту локальную автоматику);
- Подсистема технологической автоматики (ТА), предназначенная для следующих функций:
  - автоматического и ручного пуска, остановки и изменения режима работы ГА;
  - формирования команд управления выключателем генератора для подсистемы электрических защит;

- формирования команд управления с помощью установленных на лицевой панели ключей и кнопок;
- формирования команды аварийного останова ключом на лицевой панели, защищенным от случайных включений;
- приема команд на разгрузку или аварийный останов от МПЗ, подсистемы управления возбуждением;
- контроля состояния ГА по установленным на лицевой панели индикаторам, совмещенным с соответствующими кнопками;
- автоматической защиты ГА по факту выхода за уставки значений технологических параметров, формирования сигнализации и команд на разгрузку, аварийный останов агрегата и, при необходимости, на сброс аварийно-ремонтного затвора (АРЗ);
- автоматического контроля работоспособности управляющих контроллеров ПТК АРЧМ, ТА, МНУ и УВО с формированием аварийной сигнализации и команды останова гидроагрегата при их выходе из строя;
- выдачи сигнализации по отклонению технологических параметров;
- управления в автоматическом и автоматизированном режимах устройствами технологической автоматики (задвиги, эжекторы, насосы и т. д.);
- автоматического и автоматизированного выполнения операций по управлению оборудованием системы ТВС гидроагрегата;
- автоматического пуска ГА в генераторный режим путем частотного пуска;
- автоматического пуска ГА в генераторный режим, в режим холостого хода турбины, в режим холостого хода генератора, частотного пуска, изменения режима работы ГА с проверкой условий готовности оборудования и контролем времени исполнения команд;
- автоматического вывода из ремонта гидроагрегата по командам оператора;
- автоматического контроля расхода и давления воды в системе охлаждения;
- автоматического контроля давления воздуха и положения клапана магистрали торможения;
- автоматического управления техническим водоснабжением гидроагрегата;
- контроля положения механического стопора направляющего аппарата;
- формирования команд для подсистемы управления возбуждением;
- приема команд управления режимом работы оборудования с АРМ НСС, ДЭМ и от ключей ГЦУ;
- контроля положения тормозных колодок гидроагрегата;
- контроля состояния срезных пальцев лопаток направляющего аппарата;
- автоматической синхронизации;
- контроля срабатывания устройства механической защиты от разгона.



Внешний вид и компоновка САУ ГА



## Групповые регуляторы активной и реактивной мощности (ГРАМ/ГРНРМ/ГРАРМ)

Основная цель внедрения групповых регуляторов – автоматизация оперативного управления агрегатами, обеспечивающая более экономичную их работу и оптимальное участие гидроагрегатов в регулировании частоты и перетоков мощности в энергосистеме. Кроме того, ГРАРМ позволяет сократить количество отключений генераторов от противоаварийной автоматики за счет использования быстродействующей дозированной разгрузки агрегатов и т. п.



Система ГРАРМ предназначена для автоматического ведения режима группы или нескольких групп гидроагрегатов по частоте, активной мощности, напряжению и реактивной мощности.

### Система ГРАРМ выполняет автоматическое регулирование:

- активной мощности Светогорской ГЭС по сигналам задания, поступающим со станционного и вышестоящего уровней управления, а также формируемым в самой системе по отклонению частоты с распределением нагрузки между агрегатами по заданному критерию;
- напряжения на шинах 110 кВ и 10 кВ Светогорской ГЭС с распределением реактивной мощности между гидрогенераторами по заданному критерию.

### Система ГРАРМ обеспечивает:

- групповое регулирование активной мощности гидроагрегатов (функция ГРАМ);
- групповое регулирование напряжения на шинах и реактивной мощности гидроагрегатов (функция ГРНРМ);
- пуск резервных гидроагрегатов при снижении частоты на шинах;
- связь с системой АРЧМ ОДУ (прием-передачу информации) с помощью комплекса приема-передачи управляющей информации по цифровым протоколам связи (МЭК-870-5-101, МЭК-870-5-104 и др.);
- передачу в АСУ ТП информации для мониторинга режима работы гидроагрегатов;
- отображение режима работы Системы ГРАРМ и гидроагрегатов на АРМ-ГРАРМ;
- выдачу сигналов в систему общестанционной сигнализации об отклонении частоты и величины напряжения на шинах за пределы допустимых диапазонов.

Управление активной мощностью гидроагрегатов осуществляется через индивидуальные регуляторы, подключаемые к Системе ГРАПМ и управляемые аналоговыми сигналами задания мощности. Управление реактивной мощностью гидроагрегатов осуществляется через индивидуальные автоматические регуляторы возбуждения импульсными сигналами «больше»/«меньше».



Внешний вид и компоновка ГРАПМ

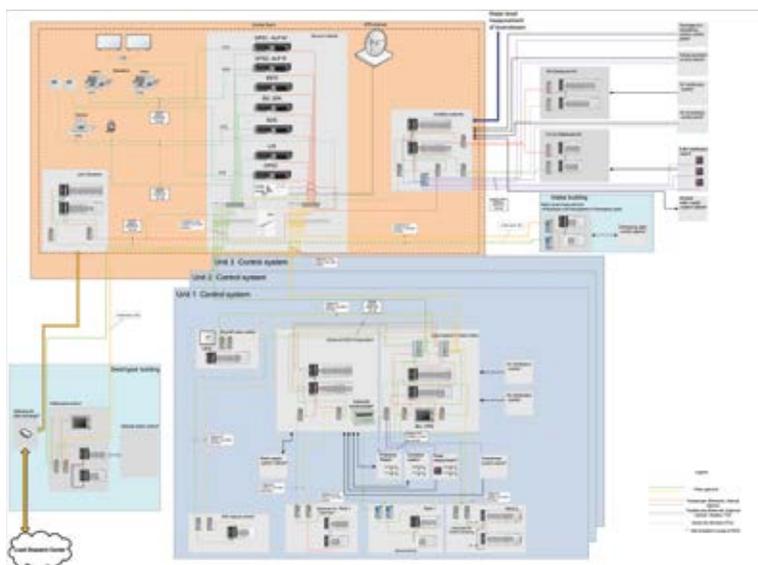
### Комплексные АСУ ТП гидроэлектростанции (включая диспетчеризацию)

АСУ ТП гидроэлектростанции предназначена для выполнения поставленных задач, интеграции локальных САУ средствами верхнего уровня, информационного обмена с внешними по отношению к ней системами.

#### Задачи АСУ ТП:

- обеспечение безопасности персонала;
- повышение надежности работы оборудования;
- оптимизация режимов работы оборудования;
- повышение качества информационного обеспечения процессов управления производством и компанией в целом.

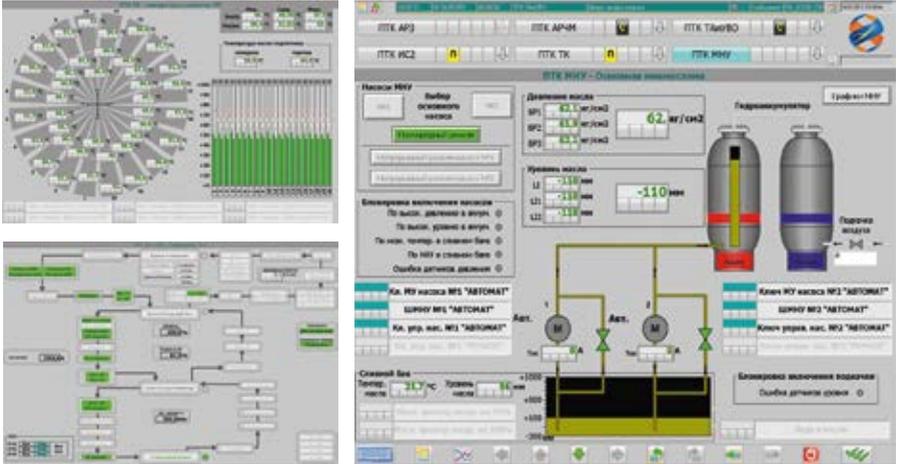
АСУ ТП строится как интегрированный информационно-управляющий комплекс, объединяющий локальные САУ, средства и устройства автоматики, контроля и защит оборудования, а также станционные части общесистемной автоматики.



Структурная схема комплексной АСУ ТП электростанции



Для автоматизированных рабочих мест оперативного персонала предусматриваются современные мониторы с диагональю не менее 530 мм, разрешающей способностью не менее 1600×1200 пикселей и частотой развертки не ниже 75 Гц. Пример представления информации оператору приведен ниже:



Для предоставления информации персоналу может быть использована видеостена:



Пример реализации АСУ ТП:



ДЛЯ ЗАМЕТОК

A series of horizontal dotted lines for taking notes.



«СИЛОВЫЕ МАШИНЫ»  
Россия, 195009, Санкт-Петербург,  
ул. Ватутина, 3А

тел. +7 (812) 346-7037  
факс +7 (812) 346-7035  
mail@power-m.ru  
www.power-m.ru

Горячая линия по продажам и сервису  
+7 (800) 250-76-59  
sales@power-m.ru