

## Технические решения для проектирования оборудования угольных энергоблоков нового поколения с УСКП пара

**Направление научной деятельности:** высокоэффективное и экологически безопасное теплотехническое и электротехническое оборудование

**Тип исследования:** прикладное

**Источник финансирования**

Соглашение о предоставлении субсидии от 22.08.2014 № 14.574.21.0098 «Создание научно-технического задела для разработки угольных энергоблоков с сверхкритическими параметрами пара», ФЦП ИР 14-20, Минобрнауки России, 08.2014 – 12.2016 (тема 1090140)

**Авторы**

Роголев Н.Д., Комаров И.И., Прохоров В.Б., кафедра ТЭС, ИТАЭ

**Результат**

*Конструктивный профиль двухвихревой горизонтальной топочной камеры котла на УСКП пара*, обеспечивающий надежную и маневренную работу энергоблока на УСКП пара и сокращение длины паропроводов в 3 раза по сравнению с классической П-образной компоновкой. Отличием от известной конструкции котельного агрегата, разработанной фирмой Siemens, является схема включения и тип используемых горелочных устройств. Организация вихревого движения горящих газов обеспечит по сравнению с приведенным аналогом более высокую степень выгорания топлива и более высокие эксплуатационные показатели за счет сниженной интенсивности шлакообразования на экранных поверхностях нагрева. Кроме того, конструкция горизонтальной топочной камеры обеспечивает возможность сокращения длины главных паропроводов в три раза по сравнению с классической компоновкой котла и снизить капитальные затраты на строительство энергоблока на 1,5 млрд руб.

*Конструктивный профиль высокотемпературной паровой турбины с установленными оребренными лопаточными решетками*. Разработан вариант турбинной решетки с одним треугольным ребром полной длины и одним укороченным треугольным ребром, что обеспечивает снижение коэффициента концевых потерь в 1,89 раза по сравнению с базовым вариантом (Рис. 1) Новизна решения состоит в установке двух ребер треугольной формы на двух торцевых поверхностях лопаточного канала, имеющих разную длину и сложную траекторию, обеспечивающих наилучший с позиции минимума коэффициента концевых потерь вариант оребрения. Наибольший прирост в эффективности обеспечивается двойным оребрением турбинной решетки: одним ребром прямоугольной формы толщиной 0,5 мм и высотой 2 мм. По сравнению с неоребреной турбинной решеткой добавление двойного двухстороннего оребрения привело к сокращению коэффициента концевых потерь на 6,68%

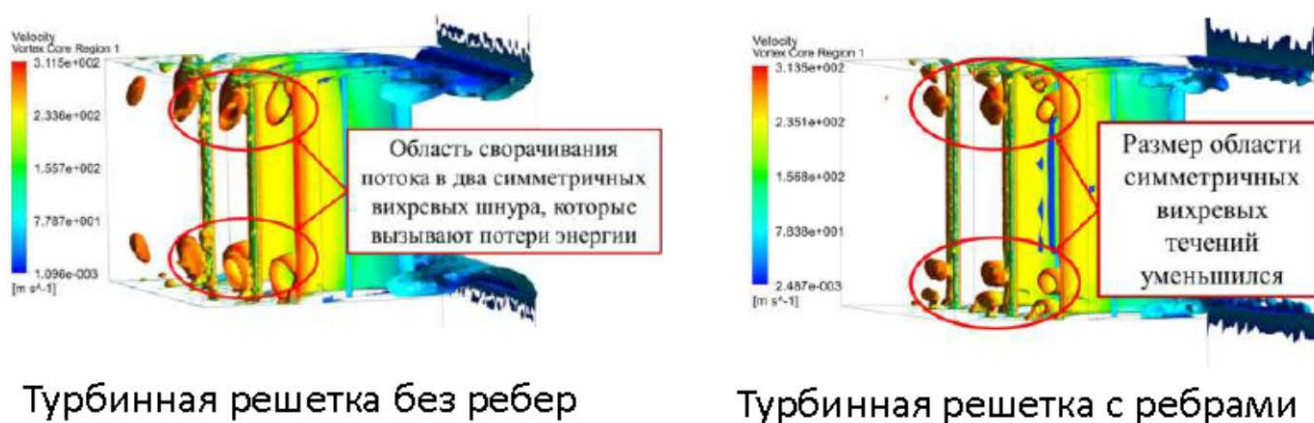


Рисунок 1.

С помощью разработанной функционально-стоимостной модели высокотемпературного энергоблока получена оценка стоимости создания энергоблоков с различным уровнем начальных параметров пара. Исследование полученных результатов позволило сделать следующие выводы: увеличение давления свежего пара с 26 до 35 МПа увеличивает стоимость котельной установки на 9,20-30,45 % (правой границе диапазона соответствует температура пара 720 °С, левой – 580 °С), паровой турбины – на 1,6-4,9 %, а энергоблока – на 6,25-20,69 %; повышение температуры свежего пара с 580 до 720 °С приводит к

росту стоимости котельной установки на 81,2-114,7 %, паровой турбины – на 26-30 %, энергоблока – на 38,17-56,95% %. (Рис. 2)

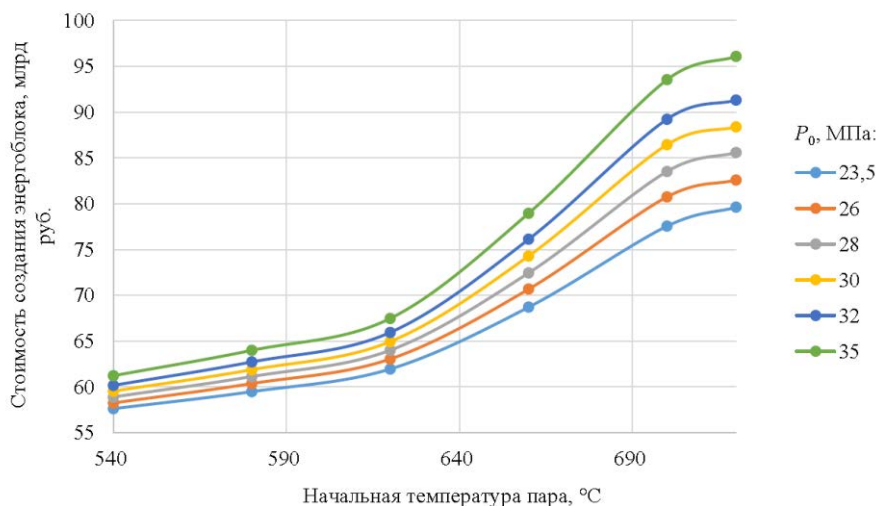


Рисунок 2. Изменение капитальных затрат на строительство пылеугольного энергоблока от начальных параметров пара (расход свежего пара 692,5 кг/с)

По оценке, капитальные затраты на создание ТЭС с УСКП пара составят 96,1 млрд руб. Аналогичных моделей, учитывающих изменение структуры металлозатрат и базирующихся на затратном подходе в мире не создано.

### Назначение и предполагаемое использование результата

Предполагается, что энергоблоки с ультрасверхкритическими параметрами найдут широкое распространение при замене отработавшего свой ресурс оборудования и позволят увеличить долю выработки электроэнергии на базе твердого топлива, как это предполагает Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Наряду с этим, внедрение таких высокоэкономичных установок позволит сократить удельные выбросы вредных веществ и парниковых газов в атмосферу на 25-30%. Строительство энергоблоков на УСКП пара будет способствовать недопущению чрезмерного роста себестоимости отпуска электроэнергии с повышением цены на угольное топливо.

### Публикации

Zaryankin, A.E., Rogalev, N.D., Rogalev, A.N., Garanin, I.V., Osipov, S.K., Grigoriev, E.Y. Control valves and cascades for the first stages of turbines with ultrasupercritical steam parameters // Thermal Engineering , 2016, № 63 (6), pp.422-429.

DOI 10.1134/S0040601516060094

Scopus <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84971665277&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Control+valves+and+cascades+for+the+first+stages+of+turbines+with+ultrasupercritical+steam+parameters&st2=&sid=4138eb265c993cdd238afd17146ae3d&so=t=b&sdt=b&sl=116&s=TITLE-ABS-KEY%28Control+valves+and+cascades+for+the+first+stages+of+turbines+with+ultrasupercritical+steam+parameters%29&relpos=0&citeCnt=2&searchTerm=>

Полнотекстовая версия <https://link.springer.com/content/pdf/10.1134%2FS0040601516060094.pdf>

### Правовая охрана

Изобретение, патент № 2605878 от 27.12.2016 г. «Турбодетандерная система утилизации теплоты циркуляционной воды на конденсационных блоках паровых турбин тепловой электрической станции», приоритет 12.08.2015, РФ

[http://www1.fips.ru/fips\\_servl/fips\\_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2605878&TypeFile=html](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2605878&TypeFile=html)

Изобретение, патент № 2615556 от 05.04.2017 г. «Пылеугольный котел», приоритет 25.04.2016, РФ

[http://www1.fips.ru/fips\\_servl/fips\\_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2615556&TypeFile=html](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2615556&TypeFile=html)

Изобретение, патент № 2625887 от 19.07.2017 г. «Топка парогенератора», приоритет 07.09.2016, РФ

[http://www1.fips.ru/fips\\_servl/fips\\_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2625887&TypeFile=html](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2625887&TypeFile=html)

Изобретение, патент № 2626285 от 25.07.2017 «Лопаточная решетка турбомашин», приоритет 21.09.2016, РФ

[http://www1.fips.ru/fips\\_servl/fips\\_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2626285&TypeFile=html](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2626285&TypeFile=html)