

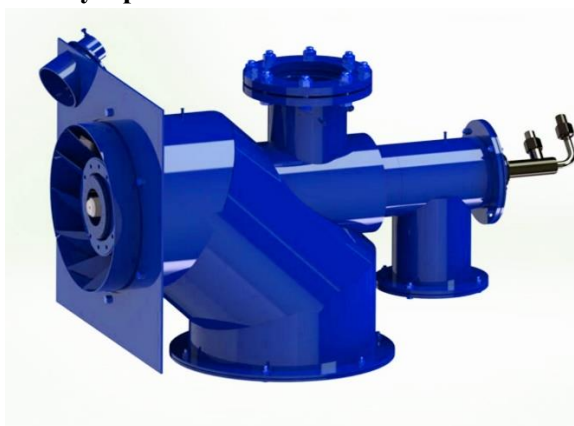
Рекомендуемые направления по проведению перспективных модернизаций (реконструкций) котлов.

Малобюджетные реконструкции

Вариант 1

| | |
|---------------------------------------|---|
| Цель реконструкции | Например: Дополнительное увеличение паропроизводительности котла до 15%. Повышение надежности и экономичности работы оборудования. |
| Краткий объем работ по реконструкции | Установка новых горелочных устройств. Реконструкция пароперегревателя |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Условие максимального сохранения конструкции котла и неизменности котельно-вспомогательного оборудования. |
| Краткое описание | Внедрение газовых горелок вместо пылеугольных. |
| Срок выполнения проектных работ | 3÷4 месяца |

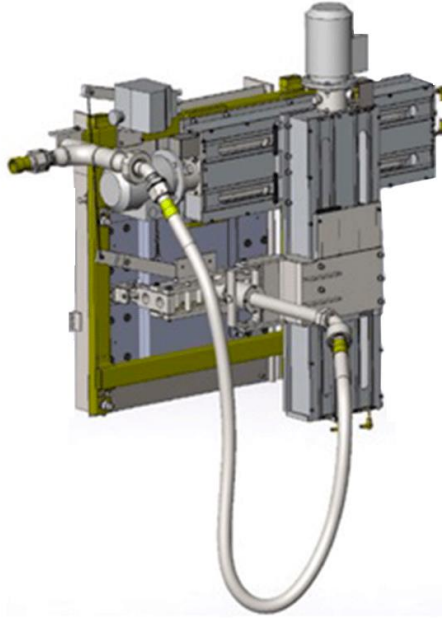
Вариант 2 - Замена горелочных устройств



| | |
|--|--|
| Цель реконструкции | Переход на сжигание нового вида топлива. Снижение вредных выбросов в атмосферу (NO_x). |
| Краткий объем работ по реконструкции | Установка новых низкоэмиссионных горелочных устройств (топливо: газ, мазут) или, например: внедрение системы сжигания пыли высокой концентрации под давлением (ПВКд) (для твердого топлива). |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Условие максимального сохранения конструкции котла и неизменности котельно-вспомогательного оборудования. Ограничение по теплонапряжению в топочной камере. Например: Взрывоопасность (определяется характеристиками угля) при наличии промежуточного бункера хранения подготовленного пылевидного топлива для системы ПВКд. Ограниченность возможности места, где можно установить промбункер пылевидного топлива. Перетрассировка пылевоздухопроводов. Установка воздуходувок для получения воздуха высокого давления для работы системы ПВКд и т.д. |
| Краткое описание (для пылеугольного котла) | Топка котла комплектуется пылеугольными прямоточными горелками с подачей пыли высокой концентрации под давлением. Горелки устанавливаются на топке в один, два яруса тангенциально по одно или двух вихревой схеме. Такое расположение горелок позволяет получить более совершенную аэродинамику топки, чем при фронтном расположении. Под каждой пылеугольной горелкой установлены мазутные растопочные горелки, |

| | |
|--|--|
| | которые обеспечивают до 30% тепловой мощности топки, они задействованы в защите по подхвату факела при потускнении в топке. |
| Краткое описание (для газомазутного котла) | Применены новые сертифицированные низкоэмиссионные горелочные устройства (топливо газ, мазут), взамен старых предназначенных для сжигания только мазута. |
| Срок выполнения | 3÷5 месяцев |

Вариант 3 - Установка аппаратов паровой, водяной и дробевой очистки поверхностей нагрева



| | |
|---------------------------------------|--|
| Цель реконструкции | Повышение надежности и экономичности работы оборудования, снижение трудозатрат по очистке поверхностей нагрева. Очистка топочных экранов, конвективных поверхностей нагрева от шлаковых и золовых отложений. |
| Краткий объем работ по реконструкции | Установка аппаратов обдувки и установок дробевой очистки отечественного и импортного производства. |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Нельзя применять водяную очистку на негазоплотной топке (опасность повреждения теплоизоляции). Нельзя применять паровую очистку при стесненном межтрубном пространстве между пакетами пароперегревателя (опасность повреждения обдувочным паром труб пароперегревателя). Применение дробевой очистки ограничено высотой подачи дроби в дробеуловитель и располагаемым давлением воздуха для транспортировки дроби. |
| Краткое описание | Аппараты водяной очистки позволяют выполнить обдувку поверхностей нагрева топки по сложной (задаваемой с компьютера) траектории, без повреждения водяной струей обмуровки амбразур горелок. Паровая обдувка выполняется подвижным аппаратом, управляемым дистанционно. Применение дробевой очистки требует установки воздухоподувки или наличия воздуха высокого давления на станции. |
| Срок выполнения проектных работ | 3 месяца |

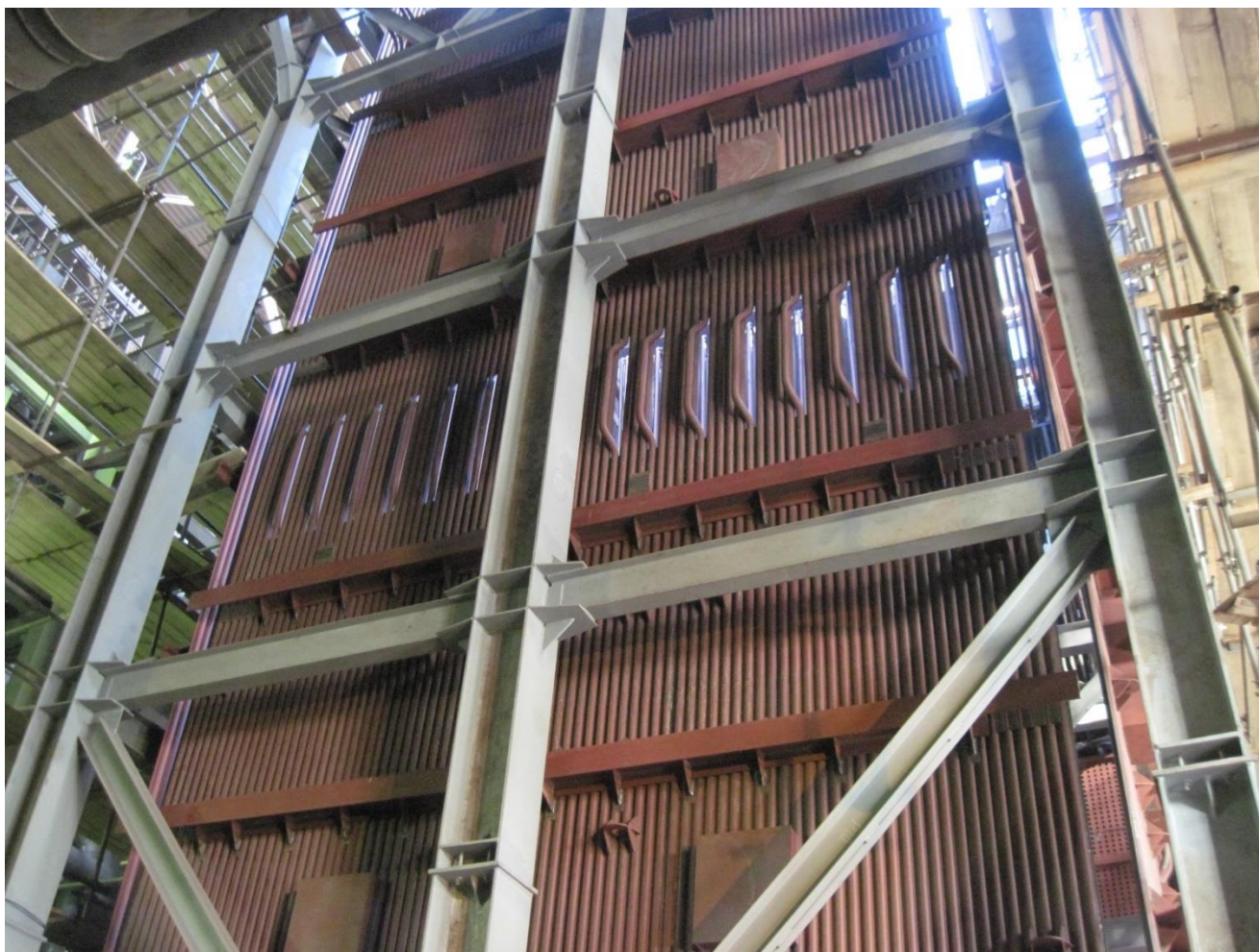
Вариант 4 - Замена конденсатных установок на более современные



| | |
|---------------------------------------|--|
| Цель реконструкции | Увеличение производительности конденсатных установок. Повышение надежности и экономичности работы оборудования. |
| Краткий объем работ по реконструкции | Замена на современную более надежную установку для получения собственного конденсата. |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Ограниченное пространство. Дополнительные нагрузки на потолочную раму каркаса котла. |
| Краткое описание | Конденсатные установки выполнены более надежно в сравнении старыми образцами за счет конструктивного решения термических мест сопряжения металла между горячей средой (пар) и холодной (вода). |
| Срок выполнения проектных работ | 3 месяца |

Среднебюджетные реконструкции

Вариант 1- Перевод топки котла из негазоплотного исполнения в газоплотное



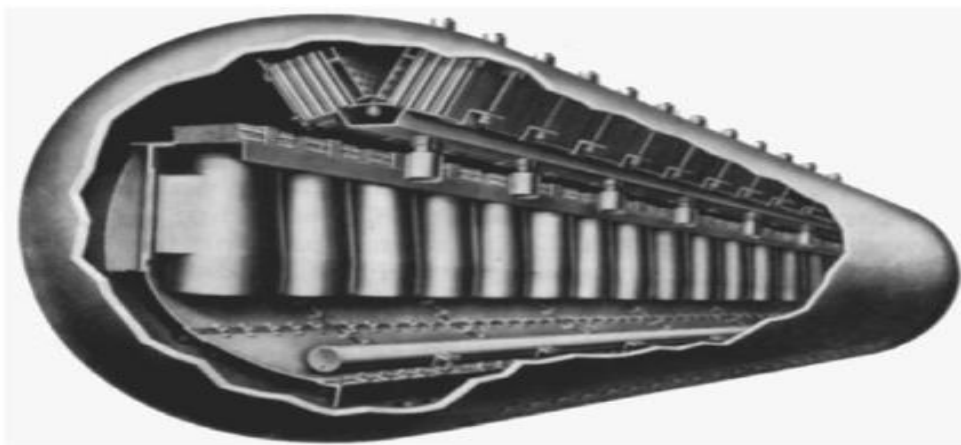
| | |
|---------------------------------------|---|
| Цель реконструкции | Повышение надежности и экономичности работы оборудования. Снижение вредных выбросов в атмосферу (NO_x). |
| Краткий объем работ по реконструкции | <p>Замена не газоплотной топки на газоплотную.</p> <p>Частичная реконструкция каркаса котла – не более 10%.</p> <p>Частичная реконструкция помостов и лестниц (в районе установки горелочных устройств) – не более 10%.</p> <p>Установка новых горелочных устройств и системы воздушного дутья – 100%.</p> <p>Частичного изменения подвесок топки – не более 10%.</p> <p>Частичная реконструкция водоподводящей системы – не более 25%. По требованию Заказчика возможен вынос всей опускной и водоподводящей системы из изоляции и поясов жесткости экранов топки (упрощается ремонт и обслуживание).</p> <p>Частичная реконструкция пароотводящей системы экранов топки – не более 30%.</p> <p>Выполнение облегченной теплоизоляции экранов топки (снижается нагрузка на каркас котла).</p> |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Стесненность габаритов каркаса котла. Ограниченность организации новой подвесной системы топки к креплению потолочного перекрытия каркаса котла. |
| Краткое описание | <p>Внедрение в конструкцию котла цельносварных мембранных панелей позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обеспечить газоплотность топки, ликвидировать присосы неорганизованного воздуха, отрицательно влияющие на ход топочного процесса и технико-экономические показатели; |

| | |
|--|--|
| | <p>- осуществить жесткую связь труб экранов друг с другом, препятствуя выходу труб из ранжира.</p> <p>Это увеличивает надежность работы агрегата, т.к. предотвращается слишком большое теплопоглощение или коррозия отдельных труб, которые возникают при выходе из ранжира. Исключается наружная коррозия труб с необогреваемой стороны, которая имеет место на гладкотрубных экранах под обмуровкой:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повысить надежность работы топочной камеры за счет уменьшения количества стыков труб (сокращение количества стыков на 25%); - воспринимать изгибающие моменты, возникающие в стенах при хлопках в топке; - увеличить работоспособность креплений стен топки, т.к. крепления защищены от воздействия дымовых газов, а, следовательно, от обгорания и коррозии. <p>Топка может быть выполнена из труб диаметром 60, 50 мм с проваркой полосы 20x6 мм с шагом 80 мм. В сравнении с гладкотрубной топкой масса газоплотной топки снижается на 10% (без учета облегченного типа изоляции).</p> <p>Топка подвешена к потолочному перекрытию каркаса котла с максимальным сохранением имеющихся подвесок. При нагревании экраны свободно расширяются вниз.</p> <p>Жесткость и прочность экранов топки и опускного газохода обеспечиваются установленными по периметру котла горизонтальными поясами жесткости. По углам двутавровые балки поясов жесткости шарнирно связаны между собой, что обеспечивает свободное расширение экранов.</p> <p>Изоляция стен топки выполнена облегченного типа из базальтовых прошивных матов (МБПЭ-75), изготавливаемых из базальтовой супертонкой ваты энергетической (БСТВЭ). Уплотнительная штукатурка – ВЕРМИЗОЛ (без асбеста) покрыта декоративной облицовкой.</p> |
| Срок выполнения проектных работ | 4÷ 5 месяцев |
| Опыт реализации подобной реконструкции | <p>Реконструкция котлов БКЗ 210-140-5 ст. №7 и БКЗ 210-140-8 ст. №9 Владивостокской ТЭЦ-2.</p> <p>Перевод в газоплотное исполнение топочной камеры котлов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • с заменой гладкотрубной топки; • с сохранением габаритных и присоединительных размеров по подводящим и отводящим трубам; • с сохранением каркаса котла. |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Стесненность габаритов каркаса котла. |

Сравнительный пример

| Массовые и экономические сравнительные характеристики между котлами с негерметичной и герметичной топкой. | Наименование | Негерметичное исполнение | Герметичное исполнение |
|---|--|--|---|
| | | Масса 1 м ² экрана топки | Шаг между трубами 64 мм Масса труб 60х6 - m=135,8 кг Масса обшивочного листа - m= 23,4 кг |
| Пример массовых характеристик реконструкции топки котла БКЗ 210-140-5 | Пример массовых характеристик реконструкции топки котла БКЗ 210-140-5 | Масса труб 60х6 - m=99,1 т Масса обшивочного листа S=3 мм – m=17,7 т | Масса труб 60х6 - m=80,1 т Масса полосы 20х6 - m=10,2 т |
| | | Итого: 116,8 т | Итого: 90,3 т |
| | Снижение массы труб: m= 99,1-80,1=19 т | | |
| | Снижение массы проката: m= 17,7-10,2=7,5 т | | |
| | Общее снижение массы котла: m= 116,8-90,3= 26,5 т | | |
| Пример изменения экономических характеристик при реконструкции топки котла БКЗ 210-140-5 (топливо- Чихезский бурый уголь) | Величина присосов в топку Δα=0,05 | Величина присосов в топку Δα=0,02 | |
| | Потери с уходящими газами q ₂ =8.376 U _{ух} =308 °C | Потери с уходящими газами q ₂ =8.239 U _{ух} =305 °C | |
| | Расчетный КПД котла η _{кА} =89,586 % | Расчетный КПД котла η _{кА} =89,723 % | |
| | Увеличение КПД котла Δη _{кА} =0,137% | | |
| | Расход топлива V _к /V _р =56,259/55,415 т/ч | Расход топлива V _к /V _р =56,154/55,311 т/ч | |
| | Снижение расхода топлива Δ V _к /V _р =0,105/0,104 т/ч | | |

Вариант 2- Замена барабана с внутрибарабанными устройствами



| | |
|---------------------------------------|---|
| Цель реконструкции | Замена барабана, отработавшего свой расчетный ресурс эксплуатации. Замена барабана по условию прочности при текущем состоянии. Замена внутрибарабанных устройств. |
| Краткий объем работ по реконструкции | Замена барабана, включающая: корпус барабана, внутрибарабанные устройства и опоры барабана. |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Ограничения связаны: - с ограничением по грузоподъемности подъемных механизмов; - со стесненностью монтажа. |
| Краткое описание | <p>Вновь устанавливаемый барабан выполнен из современных материалов, с учетом последних конструктивных решений, с соблюдением всех нормативных требований и имеет меньшее гидравлическое сопротивление за счет его снижения во внутри барабанных сепарационных циклонах.</p> <p>Например: на котле БКЗ 320-140-1 старый барабан котла, изготовленный из стали марки 16ГНМ с толщиной стенки 90 мм, имел ограниченный срок эксплуатации из-за повышенной склонности к трещинообразованию. Кроме того, в процессе эксплуатации он неоднократно подвергался ремонту.</p> <p>Новый барабан сварной конструкции изготавливается из стали улучшенного качества 16ГНМА с толщиной стенки 112 мм и внутренним диаметром 1600 мм.</p> <p>Для получения качества насыщенного пара, соответствующего современным требованиям норм ПТЭ в барабане, устанавливаются сепарационные устройства.</p> <p>В новом барабане предусматривается установка внутрибарабанных циклонов с меньшим гидравлическим сопротивлением (за счет увеличения сечения подводящего патрубка).</p> <p>Для предотвращения образования воронок в опускных трубах, над ними в барабане устанавливаются противокавитационные решетки.</p> <p>Для продления срока службы барабана устанавливаются устройства парового охлаждения барабана, защитные тепловые экраны.</p> <p>Барабан устанавливается на новые опоры.</p> |
| Срок выполнения проектных работ | 4÷ 5 месяцев |

Вариант 3- Замена конвективных поверхностей нагрева

Вариант 3.1 - Замена блоков экономайзера



| | |
|---------------------------------------|--|
| Цель реконструкции | Замена экономайзерных поверхностей нагрева: <ul style="list-style-type: none">– отработавших свой расчетный ресурс эксплуатации;– с целью снижения их золотого износа;– с целью увеличения тепловосприятя. |
| Краткий объем работ по реконструкции | Замена гладкотрубных поверхностей нагрева экономайзера, например, на поверхности, выполненные из спирально-оребранных труб или мембранные (гладкие трубы с межтрубной проваркой полосы). |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Спирально-оребранные трубы нельзя применять при: <ul style="list-style-type: none">– сжигании мазута (непрерывная работа на мазуте - более 5 дней);– применении дробевой очистки;– низкой ремонтпригодности. |
| Краткое описание | В габаритах старых газоходов устанавливаются: гладкотрубные спирально - оребренные экономайзеры или мембранные. Поставка на монтаж экономайзеров выполняется отдельными пакетами и коллекторами. По желанию Заказчика возможна блочная поставка экономайзера. Например: Применение спирально-оребранных экономайзеров позволило обеспечить необходимый теплосъем, связанный с увеличением паропроизводительности котла, и при этом позволяет вписаться в габариты газоходов, ограниченные старым каркасом котла, выдержать приемлемые скорости газов (например, по условиям золотого износа - $6\div 9$ м/с) и т.д. |
| Срок выполнения проектных работ | 4÷ 5 месяцев |

Вариант 3.2 - Замена трубчатого воздухоподогревателя



| | |
|--|---|
| <p>Цель реконструкции</p> | <p>Замена трубчатого воздухоподогревателя (в/п):</p> <ul style="list-style-type: none"> – отработавшего свой расчетный ресурс эксплуатации; – с целью снижения их золотого износа; – с целью увеличения тепловосприятия; – установка вместо регенеративного воздухоподогревателя (РВП). |
| <p>Краткий объем работ по реконструкции</p> | <p>Демонтаж реконструируемых узлов в/п. Установка новых кубов трубчатого воздухоподогревателя, при необходимости с заменой опорных рам в/п и воздухоперепускных коробов между кубами.</p> |
| <p>Факторы, ограничивающие реконструкцию</p> | <p>Ограничения связаны с грузоподъемностью подъемных механизмов и стесненностью монтажа.</p> |
| <p>Краткое описание</p> | <p>Старые кубы воздухоподогревателя полностью демонтируются и устанавливаются новые. Новые кубы имеют увеличенные поверхности нагрева и сечения для прохода газов и воздуха. Подбираются оптимальные скорости газов и воздуха. Например: Увеличение проходных сечений по воздуху позволит снизить скорости, аэродинамическое сопротивление и исключить возникновение резонансных акустических колебаний с прогнозируемым разрушением кубов в/п. Опорные конструкции, перепускные короба, бункер, песочный компенсатор и разные детали конвективной шахты по желанию Заказчика заменяются на новые. Например: вместо архаичных, малонадежных песочных компенсаторов, устанавливаются новые компенсаторы, выполненные из гибких неметаллических элементов. При замене регенеративного воздухоподогревателя на трубчатый воздухоподогреватель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – старый РВП демонтируется; – устанавливается новая вынесенная конвективная шахта с трубчатым воздухоподогревателем. |
| <p>Срок выполнения проектных работ</p> | <p>4÷ 5 месяцев</p> |

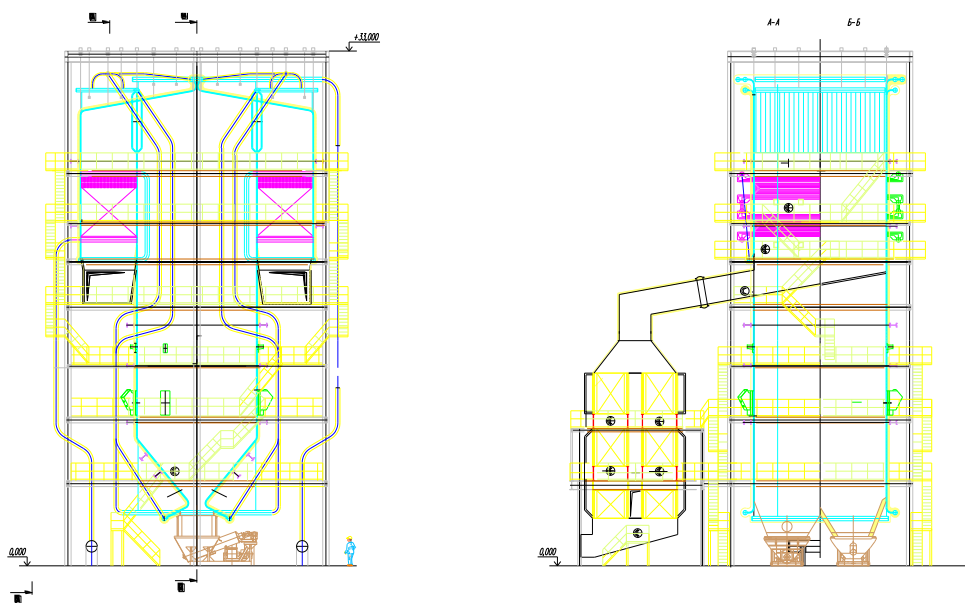
Вариант 3.3 - Замена пароперегревателя



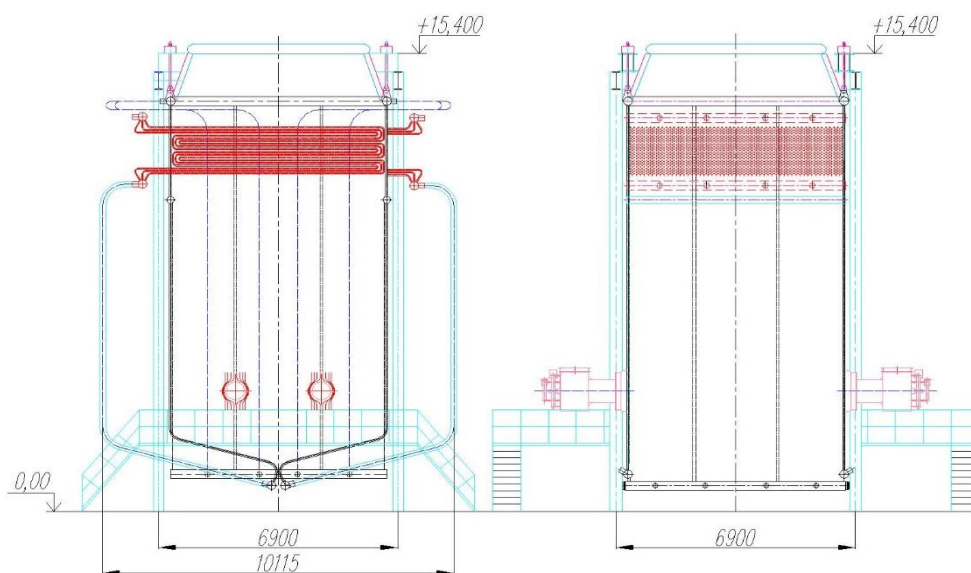
| | |
|--|---|
| <p>Цель реконструкции</p> | <p>Замена пароперегревателя (п/п):</p> <ul style="list-style-type: none"> – отработавшего свой расчетный ресурс эксплуатации; – с целью организации паровой очистки; – с целью увеличения паропроизводительности; – для организации вместо гладкотрубного потолочного пароперегревателя – газоплотного. – для организации замены не газоплотного щитового ограждения поворотного газохода между топкой и конвективной шахтой на газоплотное экранное ограждение. |
| <p>Краткий объем работ по реконструкции</p> | <p>Демонтаж старых поверхностей нагрева п/п, щитовых ограждений поворотного газохода. Установка новых поверхностей нагрева п/п. Реконструкция пароперепускных труб п/п. Изменение при необходимости подвесной системы пароперегревателя.</p> |
| <p>Факторы, ограничивающие реконструкцию</p> | <p>Адаптация нового п/п в конструкцию котла. Новые поверхности нагрева п/п ведут к увеличению сопротивления пароперегревателя, как следствие рост давления в барабане котла. Возможно, с учетом текущего состояния барабана недопустимо дальнейшее увеличение давления в барабане.</p> |
| <p>Краткое описание</p> | <p>Конструкция пароперегревателя выполняется с учетом оптимизация схемы и тепловосприятости по ступеням нагрева, с учетом мероприятий по ускоренному пуску и останову для обеспечения надежной работы поверхностей нагрева пароперегревателя во всех режимах работы котла.</p> <p>Пример: Условие замены пароперегревателя может быть связано с повышением паропроизводительности котла, когда конструкция «старого» пароперегревателя с повышением паропроизводительности будет иметь высокое гидравлическое сопротивление и не обеспечит номинальную температуру пара при увеличении производительности котла. Для снижения сопротивления пароперегревателя, по условию допустимого давления в барабане, заменяются существующие блоки пароперегревателя на новые с увеличенным сечением для прохода пара за счет изменения диаметра труб поверхностей нагрева во всех ступенях, но с учетом выполнения рекомендуемых весовых скоростей пара.</p> |
| <p>Срок выполнения проектных работ</p> | <p>4÷ 5 месяцев</p> |

Вариант 4 - Перевод работы водогрейного котла с пикового режима в основной и наоборот

Котел водогрейный типа КВ-Т-139,6-150



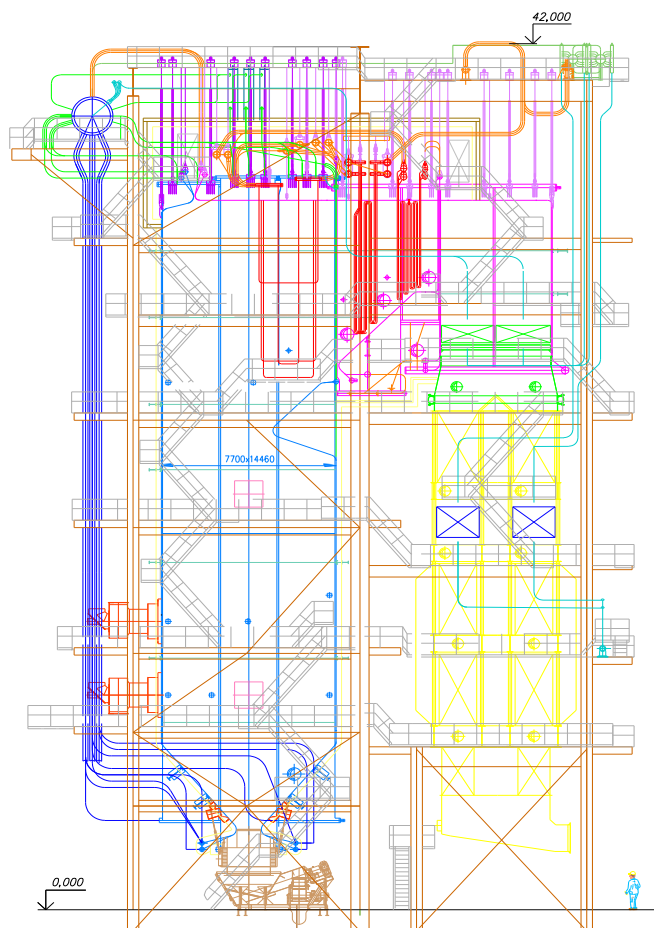
Котел водогрейный типа КВ-Т-139,6-150



Котел водогрейный типа КВ-Г-116,3-150 (ПТВМ-100)

| | |
|---------------------------------------|---|
| Цель реконструкции | Перевод работы водогрейного котла с пикового режима в основной и наоборот. |
| Краткий объем работ по реконструкции | Организация новой трассировки перепускных труб поверхностей нагрева котла. |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Исключается перевод котла с одного режима работы в другой за счет переключения арматуры. Перевод с одного режима в другой возможен только после выполнения реконструкции перепускных трубопроводов. |
| Краткое описание | Каркас котла в целом остается - без изменений. Дополнительно устанавливаются опоры под новые коллекторы. Демонтируется часть соединительных трубопроводов (район нижней части топки) Монтируются новые водоперепускные трубопроводы в районе нижней части топки. Объем работ по реконструкции котла минимизирован, что существенно снизит сроки и затраты по реконструкции с целью их перевода в пиковый режим работы. |
| Срок выполнения проектных работ | 4÷5 месяцев |

Высокобюджетные реконструкции



Увеличение паропроизводительности котла до 25%

| | |
|---------------------------------------|---|
| Цель реконструкции | Увеличение паропроизводительности до 25% с повышением надежности и экономичности работы оборудования. Снижение вредных выбросов в атмосферу (NO _x). |
| Краткий объем работ по реконструкции | <p>Реконструкция топки – до 50%.</p> <p>Частичная реконструкция каркаса котла – не более 20%.</p> <p>Реконструкция конвективной шахты – до 50 ÷ 100%.</p> <p>Частичная реконструкция помостов и лестниц (в районе установки горелочных устройств) – не более 20%.</p> <p>Установка новых горелочных устройств – 100%.</p> <p>Частичная реконструкция водоподводящей системы – не более 25%. По требованию Заказчика возможен вынос всей опускной и водоподводящей системы из изоляции экрана (упрощается ремонт и обслуживание).</p> <p>Частичная реконструкция паропроводящей системы экранов топки– не более 30%.</p> <p>Реконструкция пароперепускных труб - 30 ÷ 80%.</p> <p>Реконструкция пароперегревателя – до 50 ÷ 100%.</p> <p>Реконструкция выносных циклонов – не более 15 %.</p> <p>Реконструкция внутрибарабанных устройств - до 30 ÷ 80%.</p> |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Текущее состояние каркаса котла, возможность применения имеющегося котельно-вспомогательного оборудования. Рост гидравлического сопротивления котла. Высокие теплонапряжения топочного объема и сечения. |
| Срок выполнения проектных работ | 7 ÷ 9 месяцев |

Перевод работы котла с газа/мазута на твердое топливо

| | |
|---------------------------------------|--|
| Цель реконструкции | Перевод работы котла на другой вид топлива. |
| Краткий объем работ по реконструкции | <p>Реконструкция топки –до 30%.</p> <p>Частичная реконструкция каркаса котла – не более 20%.</p> <p>Реконструкция конвективной шахты – до 50 ÷ 100%.</p> <p>Частичная реконструкция помостов и лестниц (в районе установки горелочных устройств) – не более 20%.</p> <p>Установка новых горелочных устройств – 100%.</p> <p>Частичная реконструкция водоподводящей системы – не более 25%. По требованию Заказчика возможен вынос всей опускной и водоподводящей системы из изоляции экрана (упрощается ремонт и обслуживание).</p> <p>Частичная реконструкция пароподводящей системы экранов топки– не более 10%.</p> <p>Реконструкция пароперепускных труб - 20%.</p> <p>Реконструкция пароперегревателя – до 10 ÷ 50%.</p> |
| Факторы, ограничивающие реконструкцию | Текущее состояние каркаса котла, возможность применения имеющегося котельно-вспомогательного оборудования. Необходимость организации топливоподачи и топливоподготовки. Выполнение затратных мероприятий по золоулавливанию и шлакоудалению. Увеличение вредных выбросов в атмосферу при сжигании твердого топлива в сравнении сжигания газа и мазута. Увеличение затрат на установку нового вспомогательного оборудования (мельницы, сепараторы, золоуловители, дымосос рециркуляции, установки шлакоудаления и дробилки шлака и т.д.) |
| Краткое описание | <p>Компоновка котла сохранена без изменений. Установлены новые горелочные устройства. Организовано шлакоудаление из котла.</p> <p>Реконструированы поверхности нагрева котла.</p> <p>Применена система очистки поверхностей нагрева.</p> <p>Реконструкция топки. В целом топочная камера сохраняется. Существенной реконструкции подвергается нижняя часть топки с целью организации выходных окон для удаления шлака (реконструкция скатов «холодной воронки»). Для организации удаления шлака из-под топки применяется механизированное шлакоудаление с транспортированием шлака с помощью винтовых шнековых транспортеров непрерывного действия.</p> <p>Пароперегреватель - реконструируется.</p> <p>Экономайзер - реконструируется.</p> <p>Барaban, сепарационные устройства и выносные циклоны – без изменений.</p> <p>Воздухоподогреватель - реконструируется.</p> <p>Каркас, помосты и лестницы – частично реконструируются.</p> <p>Опускная система топки – в целом сохраняется. Реконструируются водоподводящие трубы в районе горелок и подвода к нижним коллекторам.</p> <p>Очистка поверхностей нагрева. Для очистки поверхностей нагрева топки устанавливаются аппараты водяной очистки. Для очистки выносной колонки воздухоподогревателя применены аппараты дробевой очистки. Для очистки пароперегревателя устанавливаются аппараты паровой очистки</p> <p>Для подготовки к сжиганию и подачи твердого топлива в топку котла устанавливается система пылеприготовления и топливоподачи.</p> <p>Устанавливается необходимое дополнительное котельно-вспомогательное оборудование.</p> |
| Срок выполнения проектных работ | 9÷ 12 месяцев |