

# ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАБОР

№1 (110), январь 2016 г.



*Сергей ЧЕРНЫШОВ,  
руководитель комиссии по лифтовому  
хозяйству Общественного совета при Минстрое России:*

**«Более 50% субъектов РФ  
не уделяет внимания проблеме износа  
лифтового парка, несмотря на то,  
что фонды капитального ремонта  
наполнены деньгами...»**

*стр. 00*

# Применение опор нестандартного крепления

на паропроводах новых энергоблоков ПГУ

УДК: 621.186.71

**Илья ТРУСОВ,**  
ведущий инженер ПО НТО АО «Сибтехэнерго»  
**Андрей ДРУЖИНИН,**  
ведущий инженер ПО НТО АО «Сибтехэнерго»  
**Владимир МЕНЯЙЛОВ,**  
главный специалист ПО НТО АО «Сибтехэнерго»  
**Алексей ЛЕОНТОВИЧ,**  
главный инженер АО «Экспертная организация «С-контроль»

**В статье рассмотрены особенности применения нестандартных опор для опорно-подвесной системы (ОПС) трубопроводов новых энергоблоков.**

**Ключевые слова:** опорно-подвесная система, опора, паропровод.

В последние годы на территории России взамен выработавших свой ресурс энергоблоков стали внедрять парогазовые установки (ПГУ). В отличие от обычных паросиловых установок ПГУ обладает повышенным КПД. Парогазовая установка состоит из двух частей: газотурбинной и паросиловой. В газотурбинной установке турбину вращают газообразные продукты сгорания топлива. Проходя через газовую турбину, продукты сгорания отдают лишь часть своей энергии и на выходе из нее, когда их давление уже близко к наружному и работа не может быть ими совершена, все еще имеют высокую температуру. С выхода газовой турбины продукты сгорания попадают в паросиловую установку, в котел-утилизатор, где нагревают воду и образующийся водяной пар. Температура продуктов сгорания достаточна для того, чтобы довести пар до состояния, необходимого для использования в паровой турбине.

Большая часть действующих энергоблоков были построены по типовым проектам. В отличие от них новые парогазовые энергоблоки проектируют и строят по индивидуальным проектам в отдельно стоящих помещениях, которые комплектуются большим количеством основного и вспомогательного оборудования. Иногда такие блоки удается расположить в действующих цехах взамен демонтированных энергоблоков. Проектные организации для

снижения себестоимости ПГУ стараются расположить все оборудование компактно, а так как большое количество оборудования поставляется от иностранных производителей или выполнено по зарубежным лицензиям, к установке и нагрузке, действующим на оборудование, устанавливаются жесткие требования. Таким образом, у проектных организаций при проектирова-

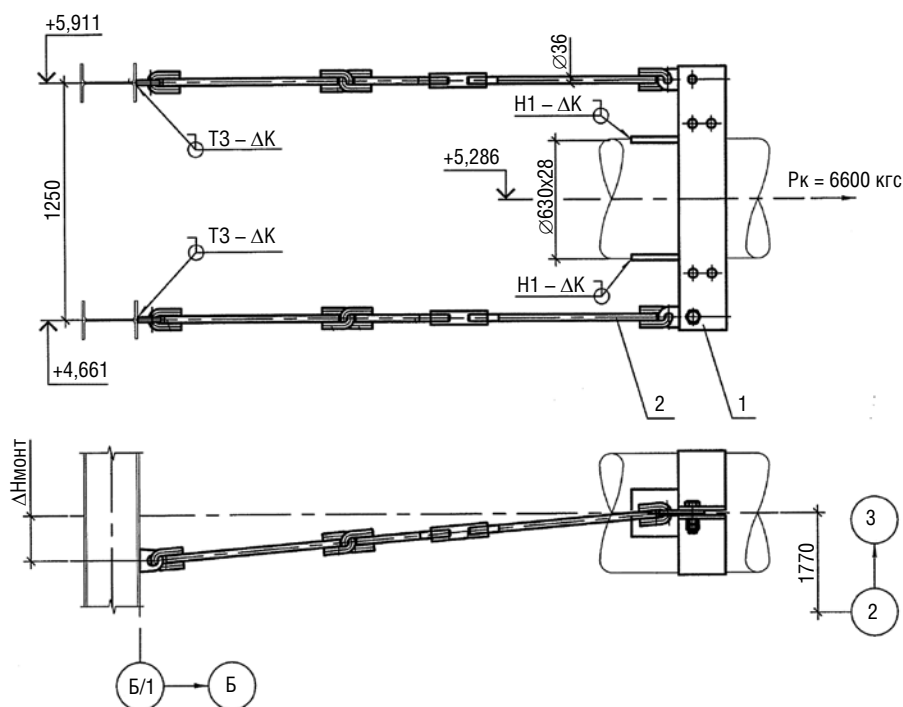
нии трасс паропроводов, с одной стороны, возникает сложность в прокладке трассы с учетом самокомпенсации тепловых расширений, вызванной высокими температурами среды, а с другой стороны, действуют жесткие ограничения по нагрузкам на присоединяемое оборудование.

В связи с этим, для ограничения нагрузок на оборудование и перемещений на паропроводах, устанавливают так называемые опоры нестандартного крепления, то есть опоры, спроектированные специально для каждого конкретного случая на основе стандартных типовых элементов.

Наибольшее распространение получили так называемые жесткие «оттяжки», которые ограничивают перемещение паропровода по одной из осей координат. Выполняются оттяжки из стандартных элементов, применяемых для опорно-подвесной системы.

Приведенная на рисунке 1 жесткая

**Рис. 1. Жесткая «оттяжка»:** 1 – стандартные полухомуты для вертикальных трубопроводов; 2 – стандартные тяги с муфтой





оттяжка была установлена на трассе паропровода горячего промперегрева с целью снижения нагрузки на патрубок паровой турбины и ограничения перемещений по оси паропровода. Оттяжка выполнена из полухомутов и тяг, применяемых для стандартных жестких подвесок трубопроводов, но установлена в горизонтальной плоскости, а не вертикальной. Таким образом, удалось ограничить перемещения паропровода, применив стандартные элементы ОПС, а не изготавливать специальные нетиповые конструкции, которые бы увеличили сроки и стоимость.

Для ограничения перемещений и нагрузок на котел-утилизатор в противоположной части паропровода была установлена ограничительная опора другого вида, которая не дает перемещаться трубопроводу при переходе из холодного в рабочее состояние, а также смещаться в обратную сторону при релаксации (рис. 2). В отличие от жесткой «оттяжки», данная опора нестандартного крепления ограничивает перемещение в обоих направлениях.

Такая ограничительная опора изготовлена из стандартной скользящей опоры, которая устанавливается не вертикально, а по соответствующей оси для ограничения горизонтальных перемещений. Для предотвращения отрыва корпуса скользящей опоры были сконструированы ограничители из уголка и усиливающих плавников. В процессе пробных пусков были выявлены недоработки данной конструкции (закусывание поверхностей скольжения и деформация ограничительных уголков), вследствие чего были установлены усиленные уголки и добавлены элементы жесткости, препятствующие отрыву опоры, а также поверхности скольжения обработаны графитом для беспрепятственных перемещений паропровода вдоль своей оси.

В качестве ограничивающей опоры в одном направлении, помимо жестких оттяжек, используют стандартные скользящие опоры, установленные не вертикально, а по одной из осей, по которой требуется ограничить перемещение (рис. 3). Таким образом получается использовать стандартные элементы ОПС не для восприятия массовых нагрузок, а для ограничения перемещений.

Для ограничения горизонтальных перемещений вертикального участка трубопровода по одной из осей в обоих направлениях применяют также жесткие оттяжки, только уже двусторонние. Пример такой оттяжки приведен на рисунке 4.

Рис. 2. Ограничительная опора по двум осям: 1 – стандартный корпус скользящей опоры; 2 – опорный лист; 3 – усиливающие плавники; 4 – ограничительный уголок

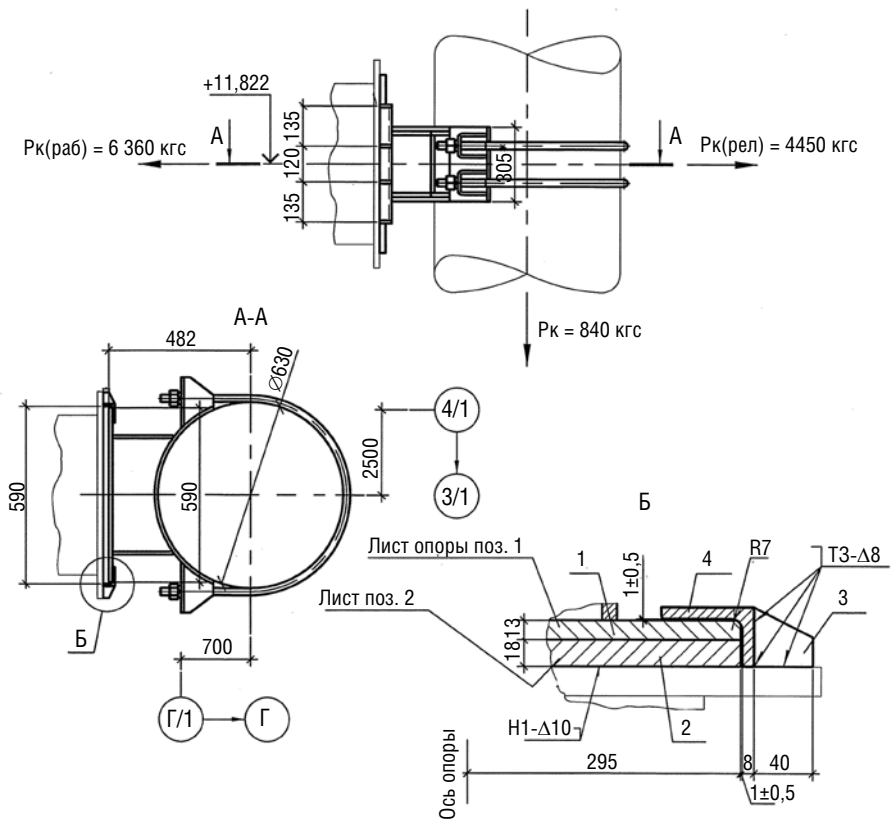
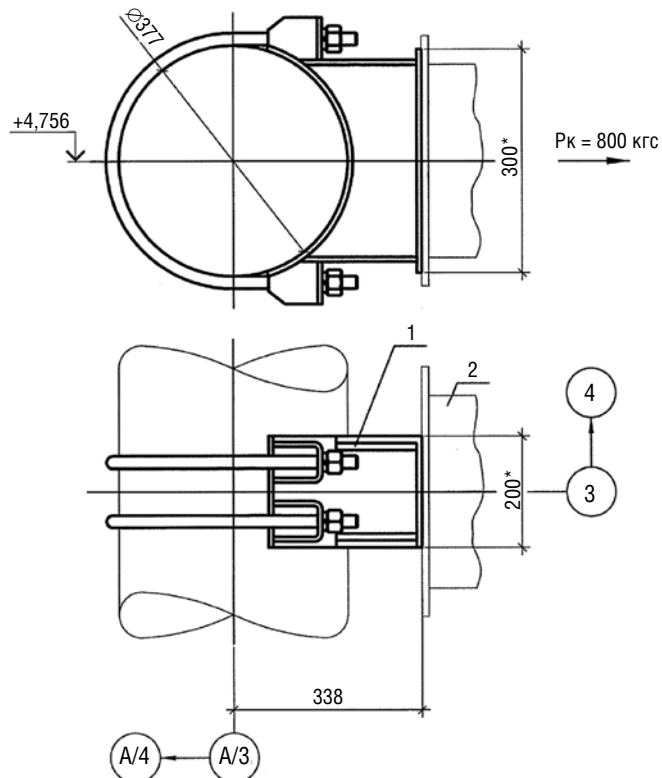


Рис. 3. Ограничительная опора в одном направлении: 1 – стандартный корпус скользящей опоры; 2 – опорные металлоконструкции

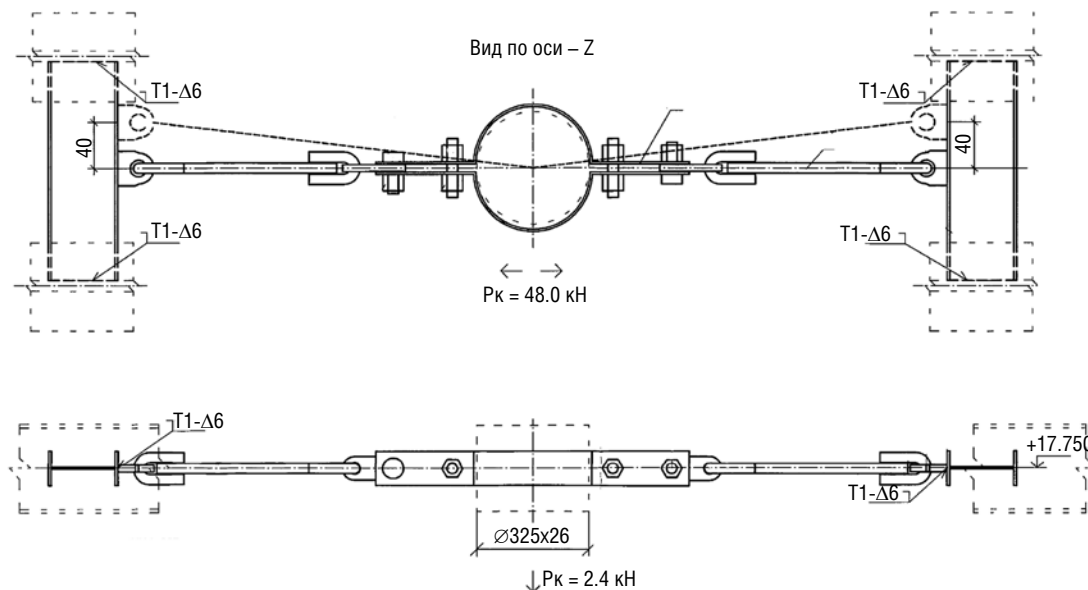


Данная двусторонняя оттяжка устанавливается со смещением тяг для обеспечения перемещений от теплового расширения паропровода и одновре-

менно не дает смещаться ему по другой оси координат.

При необходимости ограничения перемещения паропровода в обоих направ-

**Рис. 4. Жесткая оттяжка двусторонняя:** 1 – стандартные полухомуты для вертикальных трубопроводов; 2 – стандартные тяги

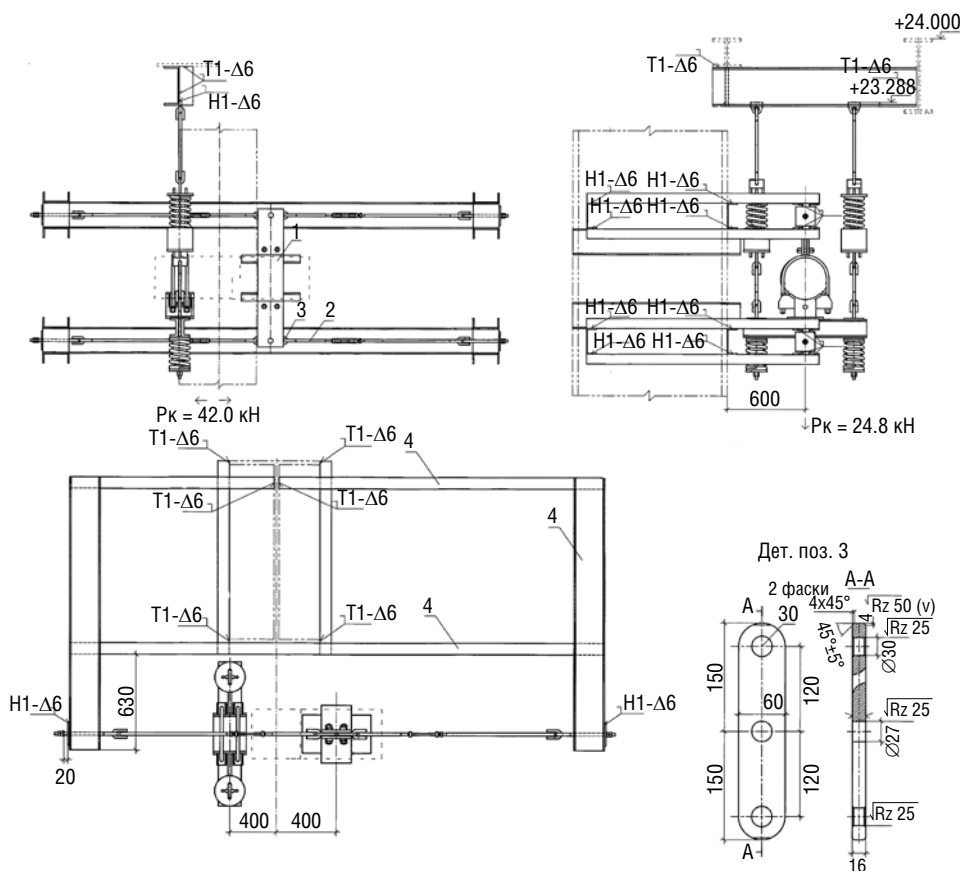


лениях по одной из осей координат в месте установки пружинной подвески также устанавливаются двусторонние жесткие оттяжки (рис. 5), что позволяет паропроводу перемещение по оставшимся двум осям координат и обеспечивает проектную работоспособность пружинной подвески. Для выполнения данного проекта помимо стандартных элементов ОПС потребовалось изготовить только нестандартную двустороннюю проушину, для фиксации тяг с обеих сторон полухомутов.

Опоры нестандартного крепления показали свою эффективность, так как выполняют свои функции и не требуют изготовления специальных дорогостоящих узлов и элементов, а собираются из стандартных элементов ОПС. Главным условием применения опор нестандартного крепления является правильность моделирования при выполнении расчета трубопроводов на прочность и самокомпенсацию тепловых расширений, а впоследствии – их конструирование в соответствии с расчетной моделью. Также важным моментом является контроль правильности монтажа и установки опор нестандартного крепления.

Применение подобных опор нестандартного крепления, ограничивающих тепловые перемещения паропровода, вызывает повышенные напряжения в металле за счет ограничения перемещений самокомпенсации. Поэтому возможность их применения следует внимательно изучать при проектировании в рамках выполнения расчета на прочность и самокомпенсацию тепловых расширений. Таким образом, при проектировании следует учитывать все аспек-

**Рис. 5. Пружинная подвеска с оттяжкой:** 1 – стандартные полухомуты для вертикальных трубопроводов; 2 – стандартные тяги с муфтой; 3 – двусторонняя проушина; 4 – металлоконструкции (швеллер)



ты трассировки паропроводов для обеспечения требуемых нагрузок на присоединяемое оборудование, условий самокомпенсации тепловых расширений и обеспечения длительного ресурса работы паропроводов.

Правильное применение опор нестан-

дартного крепления позволяет компактно расположить трассу паропровода и учесть требования к присоединяемому оборудованию и при этом не требует дополнительного изготовления специальных дорогостоящих узлов и элементов.