МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРЕСТ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И РАЦИОНАЛИЗАЦИИ РАЙОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ (ОРГРЭС)

ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ И РЕГУЛИРОВКЕ ПРУЖИННЫХ КРЕПЛЕНИЙ ПАРОПРОВОДОВ

СЦНТИ ОРГРЭС
МОСКВА 1974

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРЕСТ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
И РАЦИОНАЛИЗАЦИИ РАЙОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ
(ОРГРЭС)

ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ И РЕГУЛИРОВКЕ ПРУЖИННЫХ КРЕПЛЕНИЙ ПАРОПРОВОДОВ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
МОСКВА 1974

УДК 621.186.3(083.96)

Составлено цехом общестанционных вопросов ЮО ОРГРЭС
и цехом надежности работы
теплоэнергетического оборудования ОРГРЭС

А в т о р ы инженеры А.Д.ГОРЕШНИК и Г.М.КЛЕПЧЕ

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель
главного инженера
ОРГРЭС
А.ПОЛУХИН
21 января 1974 г.

Повышение параметров пара мощных блочных энергоустановок обусловило утолщение стенок трубопроводов, что значительно увеличило вес 1 м трубопровода. Удлинение трасс в горизонтальном и вертикальном направлениях увеличило тепловые перемещения.

Оба фактора предъявили повышенные требования к регулировке пружинных креплений станционных трубопроводов.

Ниже приводятся указания по объему проектной документации, последовательности монтажных операций по трубопроводам, порядку проведения регулировки затяжек пружин и критериям качества наладки опор при применении одноэтапной и двухэтапной регулировок пружинных креплений трубопроводов.

Инструкция составлена на основании опыта применения регулировки пружинных опор, накопленного наладочными бригадами ОРГРЭС на мощных энергетических блоках.

Общие положения

1. Настоящая Инструкция распространяется на трубопроводы I категории по классификации "Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды" (Сборник правил и руководящих материалов по котлонадзору. "Недра", 1971) с наружным диаметром более 150 мм. Инструкция обязательна для наладочных бригад треста ОРГРЭС и его отделений.

2. Проектная организация по согласованию с наладочной выбирает и задает в рабочих чертежах способ регулировки промежуточных опор.

На основании расчета на прочность и жесткость трубопроводов, выполненного на ЭВМ на аксонометрической схеме в табличной форме выдаются следующие величины:

а) *рабочих нагрузок опор* - нагрузок на опоры в рабочем (горячем) состоянии трубопровода;

б) монтажных затяжек пружин - затяжек пружин при выключении их из работы шпильками или распорными приспособлениями на период монтажа опор и трубопроводов. Для двухэтапной регулировки - величины затяжек пружин на весовую нагрузку неизолированных трубопроводов, для одноэтапной регулировки - величины затяжек на рабочую весовую нагрузку и полные тепловые перемещения трубопровода;

в) затяжек пружин в рабочем состоянии - затяжек от действия весовых нагрузок трубопровода в рабочем (горячем) состоянии;

г) затяжек пружин в холодном состоянии - затяжек от действия весовой нагрузки в холодном состоянии (с учетом "видимых" тепловых перемещений трубопровода);

д) полных - от проектно-монтажного до рабочего состояний - и "видимых" - от холодного до рабочего состояний (с учетом жесткости промежуточных опор)-тепловых перемещений трубопроводов по трем пространственным осям координат в местах установки опор и приборов контроля температурных перемещений (реперов), а также смещений трубопроводов из проектного (монтажного) в холодное состояние;

е) моментов и сил на присоединенное оборудование и неподвижные опоры;

ж) сил, требуемых для подгонки концов трубопроводов в замыкающих стыках, с указанием мест их приложения, а также изменения длины тяг и сдвига нижних точек крепления подвесок при выполнении холодных растяжек.

Примечание. Для облегчения стыковки соединяемых участков замыкающий стык магистрали должен выполняться на горизонтальном участке трубопровода вблизи линии нулевых моментов. При этом для того, чтобы исключить или свести к минимуму дополнительные напряжения вследствие различия расчетных схем трубопровода при выборе оптимальных реакций опор до стыковки и после выполнения замыкающего стыка, он должен назначаться проектом посредине специально создаваемого пролета между опорами длиной не более 1 м, а обе опоры должны выбираться с минимально возможной (по условию прочности трубопровода) податливостью. Там, где это условие не реализуется, на период монтажа трубопроводов проектными или наладочными орга-

низациями по обе стороны замыкающего стыка назначаются дополнительные опоры с реакциями, уравновешивающими дисбаланс замыкающего сварного соединения до и после его выполнения.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПО ТРУБОПРОВОДАМ ПЕРЕД РЕГУЛИРОВКОЙ ОПОР

3. Регулировке опор предшествуют следующие монтажные операции:

а) инвентаризация труб с проверкой их наружного диаметра и толщины стенок для уточнения фактического веса трубопровода;

б) укрупнение заводских блоков трубопроводов на монтажной площадке в строгом соответствии с рабочими чертежами и технологическими картами и с учетом выполнения проектных уклонов за счет разворота стыков трубопроводных гибов;

в) проверка комплектности, качества сборки и сварки, маркировки опор и подвесок, соответствия марки стали деталей опор и подвесок условиям эксплуатации, а также твердости хомутов и полухомутов из стали ЭП182;

г) контрольная тарировка и проверка параметров 10% пружин (но не менее двух пружин каждого типоразмера) с оформлением акта.

Для ответственных трубопроводов, выполненных из неосвоенных марок сталей, а также для опор постоянного усилия производится тарировка всех пружин и подвесок;

д) поджатие пружин на стенде до величин монтажных затяжек по п.2б, их фиксация монтажными шпильками, маркировка блоков пружин в соответствии с номерами опор;

е) разметка трассы трубопроводов с учетом уклона и разметка установки опор;

ж) установка постоянных опор и подвесок с выключенными из работы пружинами распорными приспособлениями (стяжками);

з) монтаж трубопроводов согласно действующим инструкциям Оргэнергостроя и Энергомонтажпроекта.

ДВУХЭТАПНАЯ РЕГУЛИРОВКА ПРУЖИННЫХ ОПОР ТРУБОПРОВОДОВ

4. После выполнения предпоследнего сварного соединения на участке магистрали между неподвижными опорами должны быть устранены все защемления, хомуты подвесок сдвинуты вдоль оси трубопровода в сторону, противоположную его расширению, на половину величины теплового перемещения и на предстоящий сдвиг при выполнении холодной растяжки, демонтированы дополнительные временные опоры и расслаблены монтажные шпильки и распорные устройства постоянных опор. Полученные при этом величины затяжек пружин заносятся в формуляр по регулировке пружинных креплений.

Примечание. При отклонении на 15% величин затяжек пружин отдельных опор от расчетных значений затяжек на весовую нагрузку неизолированного трубопровода производится подрегулировка пружин с учетом их тарировочных характеристик и уточнения веса неизолированного трубопровода по пп. 3,а и 3,г.

5. В замыкающем стыке обрезкой или наращиванием концов труб, а в случае необходимости подгибкой гнутых колен и отводов устанавливаются проектные зазоры. При этом проверяется правильность выполнения проектных уклонов горизонтальных участков трубопроводов.

6. При выполнении холодной растяжки трубопровода стыковка замыкающего сварного соединения производится перемещением одного из участков трубопровода, обладающего большей гибкостью, с помощью талей, закрепляемых за неподвижные конструкции.

В акте на холодную растяжку трубопровода должны быть зафиксированы фактические величины зазоров в замыкающем стыке, а также места приложения усилий и их величины, полученные при сборке стыка.

7. После выполнения замыкающего стыка на пружинных креплениях восстанавливаются затяжки по п.4 с допустимым отклонением $\pm$ 3 мм. Полученное положение оси трубопровода в пространстве фиксируется с помощью специальных реперов, приборов контроля температурных перемещений и измерения зазоров между несущими тягами и траверсами подвесок. Данные измерений заносятся в соответствующие формуляры.

8. Для исключения опасного прогиба вследствие дополнительных нагрузок тонкостенные трубопроводы (для блоков 150 МВт и выше - трубопроводы промперегрева) до нанесения изоляции переводятся с постоянных опор на временные жесткие опоры либо блоки пружин выключаются из работы распорными приспособлениями.

9. После нанесения тепловой изоляции уточняется ее объемный вес, для чего из трех различных мест труб каждого типоразмера разбираются, высушиваются и взвешиваются участки изоляции длиной по 0,5 м. При этом составляется соответствующий акт.

10. Перед паровой продувкой трубопроводов по месту, а для опор грузоподъемностью более 5,0 тс на стенде домкратом или талью выполняется совмещенная регулировка их пружинных креплений на нагрузку от веса тепловой изоляции и расчетные полные тепловые перемещения трубопровода в местах установки опор с контролем величины изменения рабочей длины несущих тят пружинного блока:

$$\Delta \ell_{тяги} = \lambda_{изол} \pm \frac{\Delta_{тепл}}{n},$$

где $\lambda_{изол}$ - затяжка пружины от веса тепловой изоляции;
$\Delta_{тепл}$ - полное тепловое перемещение;
n - число последовательно установленных ярусов пружин в опоре.

Знак "плюс" соответствует тепловому перемещению вверх, знак "минус" - вниз. При этом монтажные шпильки регулируемой опоры расслабляются.

Примечание. В случаях выполнения неоднородной тепловой изоляции по длине трубопровода расчет затяжек от веса тепловой изоляции производится дифференцированно для различных участков трубопровода.

11. После окончания регулировки пружинных креплений устраняются возможные защемления трубопроводов, демонтируются временные распорные приспособления и проверяется возможность нормальной работы пружинных блоков в холодном и рабочем состояниях трубопровода.

При разрезках трубопровода с целью замены отдельных деталей, переварки стыков или изменения схемы трубопроводов принимаются соответствующие меры для сохранения прежних величин затяжек пружин с последующей их корректировкой.

12. В период комплексного опробования работы энергооборудования при достижении номинальной температуры среды производится измерение высот пружин опор и зазоров между их тягами и траверсами с записью показаний в формуляре. Полученные данные по затяжкам пружин и упругой деформации трубопроводов сравниваются с расчетными значениями.

В случае невозможности достижения номинального уровня температуры данные измерений пересчитываются на полный рабочий интервал изменения температуры среды.

При выявлении серьезных расхождений между величинами расчетных и фактических затяжек пружин и деформации трубопровода во время первого же останова после комплексного опробования производится дополнительная регулировка пружинных креплений.

13. Критерием качества регулировки пружинных креплений служат следующие два показателя:

- отклонение величины полного теплового перемещения трубопровода от расчетного не более чем на 20% при абсолютной величине перемещений свыше 50 мм и на 10% при величине перемещений менее 50 мм;

- отклонение реакций отдельных опор в рабочем состоянии трубопровода не более чем на 15% и суммы реакций опор, расположенных на участках между неподвижными опорами, не более чем на 5% расчетной весовой нагрузки.

ОДНОЭТАПНАЯ ЗАТЯЖКА ПРУЖИННЫХ ОПОР ТРУБОПРОВОДОВ

А. Общие положения

14. Одноэтапная затяжка пружинных опор позволяет сократить объем монтажных работ. При выполнении одноэтапной затяжки предъявляются более высокие требования к расчету тепловых расширений трубопроводов.

15. Одноэтапная затяжка применима для опор всех серийных типоразмеров трубопроводов из углеродистой стали, а также из сталей 15ГС, 12Х1МФ и 15Х1М1Ф, за исключением трубопроводов со значительным количеством опор постоянного усилия.

16. В тех случаях, когда технология сварочных работ не обеспечивает равнопрочности собственно труб и сварных соединений или

недостаточен опыт сварки труб соответствующих типоразмеров (уровень допустимых напряжений при рабочей температуре менее 6 кгс/мм^2) предпочтительнее применение двухэтапной затяжки пружин. Использование одноэтапной затяжки пружин для подобных трубопроводов допустимо при соблюдении следующих ограничений:

а) длина собираемых на монтажной площадке блоков не должна превышать двукратной максимально допустимой величины пролета между опорами;

б) в ходе монтажа соблюдается требование отсутствия деформаций паропровода от непроектных натягов, подклинок и т.п.;

в) затяжка пружин должна выполняться с учетом указаний пп. 20,32,34 и приложения, обеспечивающих большую точность ее выполнения.

17. Величина монтажной затяжки пружин $\lambda_м$ или установочная высота пружин $h_м$ должны быть рассчитаны проектирующей или наладочной организацией согласно указаниям приложения. При поставке труб с отличающейся от проектной толщиной стенки либо изменении конструкции или веса теплоизоляции $\lambda_м$ и $h_м$ должны быть уточнены.

18. Для трубопроводов I категории после одноэтапной затяжки пружинных опор обязательна проверка высоты пружин в рабочем состоянии трубопровода с последующей подрегулировкой при необходимости согласно указаниям раздела В.

Б. Технология выполнения

19. При одноэтапной затяжке последовательно выполняются следующие операции:

а) монтажная затяжка пружин на монтажной площадке и фиксация их высоты приварными стяжками;

б) установка затянутых пружинных блоков на смонтированном на временных опорах паропроводе или установка постоянных опор с фиксированными пружинами в качестве временных опор на монтируемом паропроводе;

в) выполнение холодных растяжек на монтируемом трубопроводе;

г) наложение изоляции на трубопроводы;

д) демонтаж временных опор и стяжек перед продувкой;

е) контроль и при необходимости подрегулиронка затяжки пружин.

20. Перед установкой на трубопроводе пружины предварительно затягиваются до установочной (монтажной) высоты $h_м$. Монтажная затяжка выполняется на монтажной площадке с помощью тали или домкрата. Перед затяжкой должна проверяться свободная высота пружин. Если эта высота отличается от стандартной более чем на 10 мм, то необходимо ее зафиксировать в журнале, а затяжку выполнять до высоты

$$h'_м = h_м + h'_{св} - h_{св},$$

где $h'_{св}$ – фактическая высота пружины в свободном состоянии;
$h_{св}$ – свободная высота пружины согласно межведомственным нормалям.

Для выполнения с повышенной точностью затяжки пружины (см. п.16) последовательно с талью устанавливается динамометр.

Затяжка выполняется сначала до проектной нагрузки в рабочем состоянии трубопровода с учетом корректировки на фактический вес трубопровода по динамометру. Затем пружина дополнительно сжимается на величину $h^{пр}_{раб} - h_м$, если проектная высота пружин в рабочем состоянии трубопровода $h^{пр}_{раб} > h_м$, или отпускается на величину $h_м - h^{пр}_{раб}$, если $h_м > h^{пр}_{раб}$. Высота пружин *после подобной* затяжки должна незначительно отличаться от $h_м$. Величина высоты пружин при рабочей нагрузке должна записываться в журнале.

21. Фиксация высоты пружин, затянутых до величины $h_м$, осуществляется приваркой к верхнему и нижнему стаканам 2–4 прутков (стяжек) из Ст.3 диаметром 10 мм. Для пружин большой грузоподъемной силы (№ 10,20,21,22,23,24,25 МВН 049-63) диаметр привариваемых прутков должен быть не менее 15 мм. В ходе приварки не допускается касание электродом (дугой) собственно пружин. При наличии монтажных шпилек для фиксации высоты пружин рекомендуется использовать их вместо приварных стяжек.

22. *Сборка и сварка тяг* подвесок после окончательной установки паропровода в проектное положение выполняется таким образом, чтобы для подвесок с полным тепловым перемещением вверх зазоры между проушинами и стаканами, траверсами и резьбовыми тягами были не менее 70 мм для блоков с длинными пружинами и 40 мм для блоков с короткими пружинами, при этом гайки резьбовых тяг должны находиться примерно посередине длины резьбы.

23. Холодную растяжку трубопровода в вертикальном направлении рекомендуется выполнять до срезки стяжек смещением по вертикали одного из стыкуемых концов трубопровода с изменением длины тяг соседних подвесок. Выбор количества опор и участка, где необходимо изменение длины тяг, должен осуществляться проектной или наладочной организацией (см.приложение, разд.I). Положение гаек на резьбовых тягах этих опор при сборке подвески должно быть таким, чтобы после смещения участка и изменения длины тяг гайки оказались посередине резьбы.

24. Снятие распорных приспособлений или срезка фиксирующих стяжек (обычно газорезом) должны выполняться после заварки замыкающего стыка и закрепления концов трубопровода неподвижными опорами перед продувкой.

Перед срезкой стяжек необходимо:

а) устранить слабину тяг подвесок затягиванием гаек, не допуская отрыва трубопровода от временных опор или разгрузки соседних подвесок за счет смещения трубопровода вверх;

б) проверить сварку проушин, ушек, установку контргаек тяг и хомутов;

в) проверить для трубопроводов I категории соответствие высоты пружин h_M и записать точное расстояние оси трубопровода в монтажном положении от соседних неподвижных металлоконструкций для последующего контроля;

г) демонтировать временные опоры.

25. Для трубопроводов с направлением полного теплового перемещения большей части опор вверх срезка стяжек осуществляется в следующем порядке:

а) срезка стяжек одного из ярусов пружин каждой многоярусной подвески;

б) срезка стяжек пружин одноярусных подвесок;

в) срезка оставшихся стяжек пружин многоярусных подвесок.

Для трубопроводов со 100%-ной холодной растяжкой в вертикальном направлении, выполняемой на вертикальном участке, когда рабочая и установочная затяжки пружин большей части опор мало различаются, по усмотрению наладочной организации допускается срезку согласно п.25,а применять только для подвесок, у которых изменялась длина тяг при натяге. Работы по п. 25,б и 25,в выполнять в этом случае можно одноэтапно.

Во всех случаях срезка стяжек должна начинаться с опор центральной части трубопровода между неподвижными опорами. Изоляция трубопровода (основной или первый слой) должна быть выполнена до срезки стяжек.

Из-за возможных толчков и сотрясений в момент срезки стяжек не допускается касание деталей подвески соседних участков трубопровода. Наибольшую осторожность следует соблюдать при срезке стяжек подвесок с прутковыми хомутами (МВН I775-64).

26. Для трубопроводов с направлением полного теплового перемещения большей части опор вниз с целью предупреждения перегрузок опор операции при срезке стяжек выполняются в следующем порядке:

а) срезка стяжек без демонтажа временных опор;

б) закрепление паропровода такелажным приспособлением (домкратом, краном, талями) грузоподъемной силой не меньше суммарной рабочей нагрузки этих подвесок через каждые три-четыре подвески;

в) демонтаж временных опор;

г) плавное опускание такелажными приспособлениями трубопровода вниз, при этом не допускается полная разгрузка одного из них и перегрузка соседних.

Если трубопровод перед срезкой стяжек лежит на постоянных опорах, то сначала выполняется операция по п.26,б, затем по п.26,а, далее по п.26,г.

Срезка стяжек в один этап от середины трубопровода к неподвижным опорам без применения такелажных приспособлений допускается по усмотрению наладочной организации:

- для тонкостенных трубопроводов при отсутствии изоляции;

- для трубопроводов со I00%-ной холодной растяжкой в вертикальном направлении, если установочная высота большей части пружин близко совпадает с рабочей.

27. В результате срезки стяжек должно произойти смещение оси трубопровода в вертикальном направлении и изменение высоты пружин. Высота пружин после срезки стяжек при проектном весе изоляции должна соответствовать расчетной высоте пружин в холодном состоянии трубопровода $h_{хол}$. Эта характеристика приводится в проекте в тех случаях, когда проверяется прочность трубопроводов в холодном состоянии.

Устранение люфта, возникающего на отдельных подвесках с зафиксированными пружинами после срезки стяжек на соседних опорах, и подрегулировка высоты пружин после срезки до величины h_M не допускаются.

28. В особых случаях, оговоренных проектной или наладочной организацией, после срезки стяжек следует изменить длину тяг подвесок на заданную величину, ориентируясь по высоте конца тяги (см. приложение).

29. После срезки стяжек перед любой вырезкой участка трубопровода или разборкой неподвижной опоры (например, при вварке измерительных сопл) обязательно раскрепление трубопровода от смещений в направлениях поперек его оси в двух точках с каждой стороны от места реза, отстоящих одна от другой на расстоянии примерно 10 м. Несоблюдение этого требования приводит к нарушению правильности затяжки и затруднениям при последующей стыковке.

Не рекомендуется разрезать трубопровод после срезки стяжек рядом с длинными вертикальными участками.

30. Установка временных неподвижных опор или временных тройников рядом с неподвижными опорами на период продувки допускается лишь в случае невозможности выполнения продувки с постоянным проектным креплением трубопровода (обычно это касается отвода пара около турбины при продувке линий горячего промперегрева). Проектной или наладочной организацией в таких случаях должна быть разработана конструкция временной опоры и технология раскрепления трубопровода, исключающая возможность малейших поворотов его относительно неподвижной опоры от действия неуравновешенных реакций пружинных подвесок в периоды продувки с последующим восстановлением проектной конструкции.

В. Контроль правильности исполнения одноэтапной затяжки пружин

31. Контроль правильности затяжки пружин выполняется при рабочем (основной контроль) и при холодном состоянии трубопроводов (вспомогательный контроль). Измерения при рабочем состоянии трубопровода должны выполняться, когда режим работы блока стабилен, параметры пара близки к номинальным, теплоизоляция закончена и высушена и отсутствуют защемления, препятствующие расшире-

нию трубопровода. Измерения при холодном состоянии трубопровода должны выполняться также при законченной и высушенной изоляции, отсутствии защемлений, температуре остывшего трубопровода не выше 50°С.

При рабочем состоянии трубопровода должны контролироваться:

а) соответствие нагрузок пружинных опор, определяемых по высоте пружин, проектным[1];

б) соответствие вертикальных перемещений контрольных точек трубопровода от монтажного положения до рабочего (полных перемещений) расчетным.

Для коротких жестких трубопроводов типа пароперепускных труб турбины контролируются только нагрузки опор.

32. Контроль правильности затяжки пружин согласно п.3I должен выполняться для всех опор. Нагрузка опоры рассчитывается по среднему значению высоты ее пружин и характеристике пружин согласно межведомственным нормалям. При затяжке пружин по динамометру

$$R_{раб} = R^{пр}_{раб} + \left(h^{уст}_{раб} - h_{раб}\right)\frac{R_{max}}{\lambda_{max}},$$

где $R_{раб}$, $R^{пр}_{раб}$ – фактическая и проектная нагрузки пружины при рабочем состоянии трубопровода;

$h^{уст}_{раб}$ – фактическая высота пружины при затяжке ее до $R^{пр}_{раб}$ по динамометру;

$h_{раб}$ – фактическая высота пружины в рабочем состоянии трубопровода;

R_{max} – максимальная нагрузка на пружину согласно МВН 049-63;

λ_{max} – максимальная усадка пружины согласно межведомственным нормалям (70 или I40 мм).

33. Проверка вертикальных перемещений трубопроводов, связывающих котел с турбиной, должна выполняться в нескольких контрольных точках каждой магистрали, отстоящих одна от другой на расстоянии не более трех пролетов опор.

---

[1] При отклонении веса трубопровода от проектного в качестве проектной нагрузки опор следует принимать скорректированную нагрузку согласно разд.3 приложения.

При наличии на магистрали длинных вертикальных участков необходимо контролировать вертикальное положение каждого участка в зонах с минимальными вертикальными перемещениями.

Для определения вертикальных перемещений контрольных точек трубопровода могут быть использованы результаты измерений:

а) смещения трубопровода относительно неподвижных металлоконструкций по специальным индикаторам;

б) расстояний между балками или хомутами опор и неподвижными металлоконструкциями этих же опор;

в) суммарной высоты пружин каждой колонки (если за время от срезки стяжек до измерений после пуска блока не изменялась длина тяг этой подвески).

Применять обычные индикаторы расширений для измерений перемещений в монтажных условиях не рекомендуется из-за вероятности их повреждений.

Измерения исходного (монтажного) положения трубопровода должны быть выполнены перед срезкой стяжек.

34. Отклонение рабочих нагрузок опор от проектных, определяемое согласно п.32, не должно превосходить 15%* проектной. Суммарная нагрузка опор каждой линии при затяжке пружин с помощью динамометра и корректировке проектных реакций на фактический вес трубопровода (см. приложение) должна отличаться от расчетной на величину не более 5%.

Затяжка пружин считается также неудовлетворительной, если имеется отклонение вертикального положения оси трубопровода в рабочем состоянии от проектного, т.е. если величина перемещения трубопровода от монтажного положения до рабочего не соответствует проектной.

Допустимое отклонение этих перемещений - 20% проектного плюс вероятная погрешность измерения вертикального перемещения (обычно 5-10 мм).

35. При рабочей нагрузке опоры менее 80% проектной необхо-

---

*Для сложных по трассировке трубопроводов при определении проектных рабочих нагрузок опор приближенным методом и отклонениях фактических нагрузок значительной части опор, превосходящих вышеуказанный допуск, рекомендуется выполнить расчет величин рабочих нагрузок на ЭВМ.

димо увеличить затяжку пружин таким образом, чтобы рабочая нагрузка повысилась до 80% проектной. Увеличение затяжки не допускается, если трубопровод в этом месте занимает рабочее положение выше расчетного (с учетом допуска п.34). Если в ходе увеличения затяжки трубопровод поднимается, выходя за пределы допуска, дальнейшая затяжка должна быть прекращена.

При рабочей нагрузке опоры более II5% проектной необходимо уменьшить затяжку пружин для снижения нагрузки до II5%. Предварительно следует проверить допустимость дополнительного нагружения соседних опор. Уменьшение затяжки не допускается, если трубопровод занимает положение ниже расчетного (с учетом допуска). Если в ходе уменьшения затяжки трубопровод опускается, выходя за пределы допуска, дальнейшее разгружение опоры прекращается.

В случаях, когда нагрузка опоры менее 85% проектной при положении оси трубопровода в рабочем состоянии выше проектного (с учетом допуска), когда нагрузка опоры более II5% проектной при положении оси трубопровода в рабочем состоянии ниже проектного и когда нагрузка близка к проектной при отклонении вертикального положения трубопровода от расчетного, превышающем допустимое, необходима проверка величин проектной нагрузки опоры, вертикального перемещения и фактического веса трубопровода с учетом рекомендаций приложения.

В случае разрезания трубопровода после срезки стяжек или каких-либо смещений неподвижной опоры с нарушением указаний пп. 29,30 контроль вертикальных перемещений соседних участков трубопроводов от монтажного состояния не надежен и не может использоваться для оценки правильности затяжки пружин опор на этих участках. В подобных случаях необходима подрегулировка опор до проектной нагрузки с учетом допуска и обязательной проверки фактического веса изоляции (см. приложение, разд.3).

Для коротких жестких трубопроводов, перемещения от монтажного до рабочего состояния которых не контролируются, также необходима подрегулировка до проектной нагрузки с учетом величин допуска. Проверка веса изоляции для таких магистралей необходима лишь при отклонении нагрузок большей части опор от проектных в одну и ту же сторону.

36. При осмотре пружин холодных трубопроводов необходима проверка их работоспособности (отсутствие поврежденных, выключенных из работы, полностью разгруженных или, наоборот, пере-

груженных пружин до исчезновения зазора между витками пружин).

Для оценки правильности расчета "видимых" расширений и нагрузок опор в холодном состоянии трубопровода, выполненного при проектировании основных магистралей, необходима проверка совпадения расчетных и фактических "видимых" (от холодного до рабочего состояния) вертикальных тепловых расширений и отсутствия защемлений.

Приложение

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТНОМУ АНАЛИЗУ РЕГУЛИРОВКИ ПРУЖИННЫХ ОПОР

I. Расчет предварительной затяжки пружин

Величина предварительной затяжки пружин, мм,

$$\lambda_м = \lambda_{раб} + \frac{\Delta_{раб}}{n}, \qquad (I)$$

где $\Delta_{раб}$ – вертикальное перемещение трубопровода от монтажного до рабочего положения в точке крепления хомута опоры, мм.

Установочная высота (мм) $h_м = h_{св} - \lambda$.

При отклонении $h_{св}$ от номинального значения согласно межведомственным нормалям более чем на 10 мм $h_{св}$ принимается по фактической высоте пружины.

В случае, если каждая колонка содержит n' длинных (λ_{max}=140мм) и n'' коротких (λ_{max}= 70 мм) пружин:

$$\lambda'_м = \lambda'_{раб} + \frac{2\Delta_{раб}}{2n'+n''} \quad \text{для длинных пружин}$$

и

$$\lambda''_м = \lambda''_{раб} + \frac{\Delta_{раб}}{2n'+n''} \quad \text{для коротких пружин.}$$

При большом $\Delta_{раб}$ и сокращенном количестве ярусов пружин $\lambda_м$, рассчитанная по формуле (I), может оказаться больней, чем λ_{max}, что не может быть достигнуто из-за исчезания зазора между витками. В этом случае предусматривается $\lambda_м = \lambda_{max}$. После срезки стяжек уменьшается длина тяг подвески каждого яруса пружин на величину, мм

$$\Delta L = \lambda_{раб} + \frac{\Delta_{раб}}{n} - \lambda_{max}$$

или каждой колонки на величину, мм,

$L = n\,\Delta L$, где значения $\lambda_{раб}$ и $\Delta_{раб}$ обычно приводятся в проекте.

Следует учитывать, что под $\Delta_{раб}$ понимается полное (от монтажного состояния трубопровода) температурное перемещение точек трубопровода в отличие от приводимого в ряде проектов "видимого" температурного перемещения (от холодного состояния до рабочего).

2. Расчет полных температурных перемещений

Расчет $\Delta_{раб}$ должен производиться проектной организацией. Для паропроводов I категории этот расчет выполняется, как правило, на ЭВМ. В тех случаях, когда программа расчета и нормы проектирования предусматривают определение "видимых" перемещений ($\Delta_{раб} - \Delta_{хол}$), в рабочих чертежах должны приводиться обе величины.

Расчет $\Delta_{раб}$ для одноэтапной затяжки должен учитывать даже незначительные собственные перемещения неподвижных опор, например смещения патрубков стопорных клапанов высокого давления за счет разогрева их корпусов или смещение вниз патрубков отсечных клапанов на величину термического расширения зоны между отметками оси турбины и оси патрубков.

Определение $\Delta_{раб}$ без применения ЭВМ (методом куба плеч) допустимо для всех трубопроводов, за исключением указанных в п.I6, при условиях:

а) наличия на основной магистрали I00%-ного холодного натяга в направлении наибольшего горизонтального температурного расширения;

б) отсутствия значительного влияния перемычек на перемещение основной магистрали. Ориентировочно это условие соблюдается, если

$$\frac{i}{\ell^3} > 100\,\frac{i_1}{\ell_1^3}\,, \qquad (2)$$

где i и i_1 - моменты инерции сечений основной магистрали и ответвления;

ℓ и ℓ_1 - развернутая длина участков основной магистрали и ответвления от точки подключения до ближайшей не-

подвижной опоры магистрали и неподвижной опоры ответвления.

При выполнении условия (2) расчет методом куба плеч применим и для основной магистрали, и для ответвления как для неразветвленного трубопровода, однако для ответвления следует учитывать смещение точки подключения по результату расчета основной магистрали.

При практически применяемых методах монтажных натягов (на временных опорах или после установки постоянных опор) соответствие проектной и фактической нагрузок упругих опор в случае одноэтапной затяжки достигается при расчете $\Delta_{раб}$ с обязательным учетом вертикальных смещений оси трубопровода за счет напряжений натяга[1]. Рекомендуются два метода учета этих смещений.

Натяг в горизонтальном направлении. Вертикальные перемещения точек невесомого трубопровода (мм) от монтажного положения можно представить в виде

$$\Delta_{раб}=\Delta_1+\Delta_2,$$

где Δ_1 – перемещение за счет расширения вертикальных участков;

Δ_2 – перемещение за счет деформации трассы в горизонтальном направлении.

Таким образом, при I00%-ном натяге в горизонтальном направлении $\Delta_{раб}=\Delta_1$ (рис.I).

Следует отметить, что для трубопровода, у которого отсутствует сопротивление опор вертикальным перемещениям, при выполнении I00%-ного монтажного натяга в горизонтальном направлении вертикальные перемещения будут равны Δ_2, а полные перемещения от состояния после натяга до рабочего независимо от величины натяга составят $\Delta_1+\Delta_2$.

Часть программ расчета самокомпенсации на ЭВМ выдает на печать величины перемещения от состояния после натяга $\Delta_1+\Delta_2$, не зависящие от наличия натяга в горизонтальном направлении. Поэто-

---

[1] Такой выбор $\Delta_{раб}$ позволяет отказаться от каких-либо регулировок опор в ходе выполнения натяга, за исключением опор деформируемого при вертикальном натяге участка.

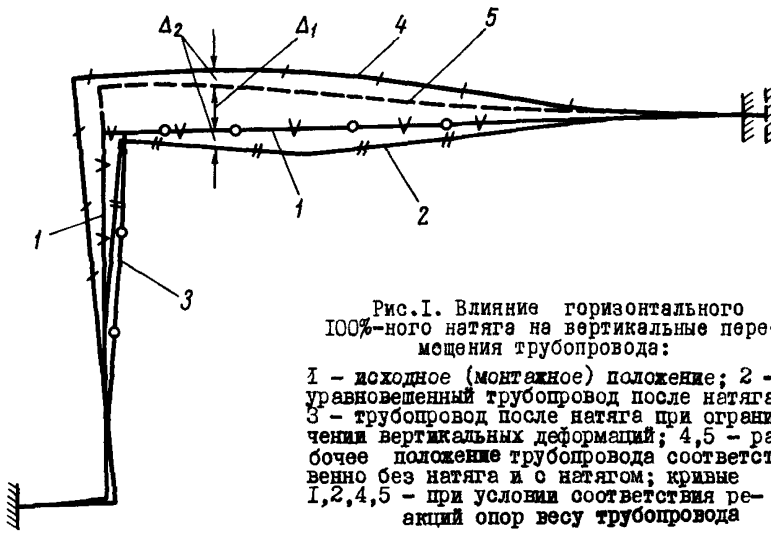

Рис.I. Влияние горизонтального 100%-ного натяга на вертикальные перемещения трубопровода:

I - исходное (монтажное) положение; 2 - уравновешенный трубопровод после натяга; 3 - трубопровод после натяга при ограничении вертикальных деформаций; 4,5 - рабочее положение трубопровода соответственно без натяга и с натягом; кривые I,2,4,5 - при условии соответствия реакций опор весу трубопровода

му в подобных случаях расчет $\Delta_{раб}$ следует вести на ЭВМ, задавая вместо натяга горизонтальное смещение неподвижной опоры на величину этого натяга, что обеспечивает отсчет $\Delta_{раб}$ от монтажного состояния.

Натяг в вертикальном направлении. Вертикальные перемещения с учетом натяга также целесообразно вычислять на ЭВМ, что позволяет существенно повысить точность расчета. Деформация от вертикального натяга в рабочем состоянии распределяется по всей длине трубопровода, в то же время при натяге, выполняемом на жестких либо зафиксированных опорах, она обычно распределяется лишь по участку $БВ$ трубопровода (рис.2). Поэтому при затяжке должно учитываться последующее перераспределение деформаций, снижающее напряжение в трубопроводе.

Для зон трубопровода, не деформируемых в ходе выполнения вертикального натяга ($АБ, ВГ$),

$$\Delta_{раб} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3,$$

где Δ_3 - смещение за счет вертикального натяга, мм.

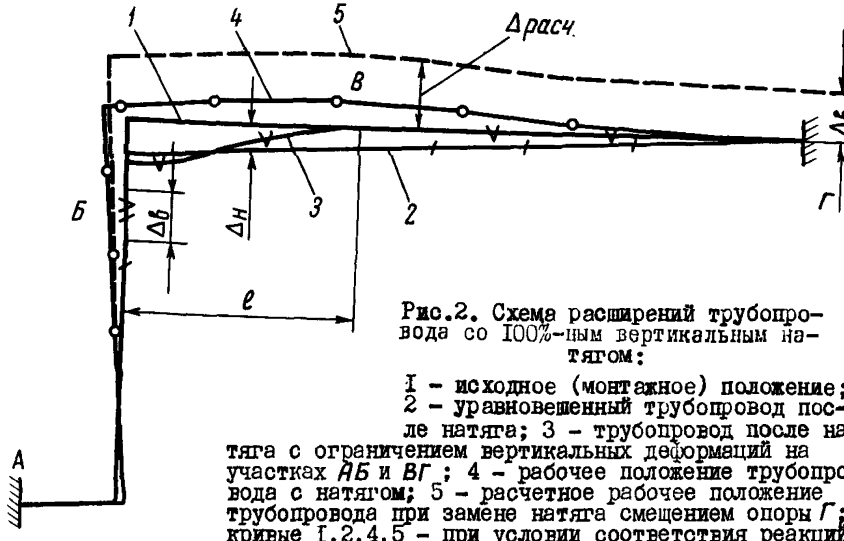

Рис.2. Схема расширений трубопровода со 100%-ным вертикальным натягом:

I - исходное (монтажное) положение; 2 - уравновешенный трубопровод после натяга; 3 - трубопровод после натяга с ограничением вертикальных деформаций на участках *АБ* и *ВГ*; 4 - рабочее положение трубопровода с натягом; 5 - расчетное рабочее положение трубопровода при замене натяга смещением опоры *Г*; кривые 1,2,4,5 - при условии соответствия реакций опор весу трубопровода

Целесообразно расчет $\Delta_{раб}$ с учетом вертикального и горизонтального натягов выполнить одним этапом, задавая смещение неподвижной опоры на величину обоих натягов в соответствующих направлениях.

В этом случае для опор между неподвижной опорой и точкой натяга на участке *ВГ* (см.рис.2)

$$\Delta_{раб} = \Delta_{расч} - \Delta_{в},$$

где $\Delta_{в}$ - величина вертикального натяга, мм;

$\Delta_{расч}$ - расчетное перемещение по вертикали, мм.

При подключении перемычки на этом участке смещения задаются и для неподвижной опоры перемычки.

Для опор за точкой натяга на участке *АБ* (см.рис.2)

$$\Delta_{раб} = \Delta_{расч}.$$

Развернутая длина ℓ участка, деформируемого при выполнении

вертикального натяга , должна выбираться из условия

$$\ell = \sqrt{6\frac{\Delta_в E D_н}{[\sigma]_{хол}}}, \qquad (3)$$

где E - модуль Юнга;

$D_н$ - наружный диаметр трубопровода;

$[\sigma]_{хол}$ - допустимые напряжения в холодном состоянии трубопровода.

Для опор, расположенных на деформируемом участке, при срезке стяжек на них после выполнения натяга при определении $\Delta_{раб}$ необходимо учитывать смещение при натяге $\Delta_н$, ориентировочно рассчитываемое распределением $\Delta_в$ на участке ℓ прямо пропорционально расстоянию по горизонтали от опоры до начала деформируемого участка. Таким образом, для этих опор, если деформируемый участок расположен между неподвижной опорой (для которой задавалось перемещение $\Delta_в$) и точкой выполнения натяга на участке $БВ$,

$$\Delta_{раб} = \Delta_{расч} - \Delta_в - \Delta_н ,$$

а для опор деформируемого участка, если он расположен с противоположной стороны от точки натяга,

$$\Delta_{раб} = \Delta_{расч} - \Delta_н ,$$

где $\Delta_н$ - положительная величина, если смещение точек крепления подвесок при выполнении натяга направлено вверх. В случае срезки стяжек опор деформируемого участка до выполнения вертикального натяга $\Delta_н = 0$.

Для трассировок с одним длинным вертикальным участком при выборе места вертикального натяга на этом участке рядом с более длинным горизонтальным участком для большей части опор $\lambda_м$ близко к $\lambda_{раб}$, что упрощает выполнение одноэтапной затяжки.

3. Корректировка рабочей нагрузки подвесок

Величины нагрузки на опору $N_{раб}$, нагрузки на пружину $R_{раб}$ и $\lambda_{раб}$ большей части опор, за исключением загруженных сосредоточенными нагрузками от задвижек и другой арматуры, пропорциональны фактическому весу I м трубопровода. Поэтому

$$\lambda = \lambda^{пр}_{раб}\frac{q_м + q_п}{q^{пр}_м + q^{пр}_п}; \quad R_{раб} = R^{пр}_{раб}\frac{q_м + q_п}{q^{пр}_м + q^{пр}_п},$$

где $q_м$ - вес I м трубопровода;

$q_п$ - вес I м теплоизоляции.

Корректировка $\lambda_{раб}$ и $\lambda_м$ обязательна при поставке труб с отличающейся от принятой в проекте толщиной стенки или при изменении конструкции и веса теплоизоляции.

Для трубопроводов с повышенной точностью затяжки необходима проверка фактической толщины стенок труб перед монтажом с корректировкой $\lambda_м$ и $\lambda_{раб}$. При отклонении средней толщины стенки более 5% номинальной необходимо повторное уточнение $\lambda_{раб}$ после окончания монтажа и сушки теплоизоляции и выборочной проверки ее фактического веса.[1]

Несоответствие веса изоляции проектному является наиболее частой причиной отклонения контрольных параметров регулировки в разные стороны (см.п.35). Обычно в таких случаях $\lambda_{раб}$ и $\Delta_{раб}$ большей части опор однозначно отклоняются от проектных значений. В подобных случаях до начала подрегулировки опор после пуска блока необходима проверка фактического веса изоляции и корректировка $N_{раб}$ и $R_{раб}$ до требуемых значений.

---

[1] При установке на длинных вертикальных участках стабилизирующих подвесок повышенной жесткости корректировка $\lambda_{раб}$ необходима только для последующего контроля.

Инструкция по монтажу и регулировке
пружинных креплений паропроводов

Издание Специализированного центра
научно-технической информации ОРГРЭС

Ответственный редактор Н.К.Демурова

Редактор В.А.Кудрявцева
Техн.редактор Г.Д.Глазова Корректор В.И.Шахнович

1,55 уч.-изд.л. Цена 16 коп. (189/74) Заказ № 86/72
Л 79138 Подписано к печати 27/Ш 1974 г. Тираж 1400 экз.

Ротапринт СЦНТИ ОРГРЭС
109432,Москва,Ж-432,2-й Кожуховский проезд,д.29,корп.6

gost.e-ecolog.ru