

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ ДЫМОВЫХ ТРУБ
С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ГАЗОТВОДЯЩИМИ СТВОЛАМИ

РД 34.20.322-89

РАЗРАБОТАНО МИН Сопзтехэнерго

ИСПОЛНИТЕЛЬ О.А.ГОЛЬДЕНКО

УТВЕРЖДЕНО Главным научно-техническим управ-
лением по эксплуатации энергосистем 24.04.89 г.

Заместитель начальника А.П.БЕРСЕНЕВ

УДК 697.8.004.58

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО
ОБСЛЕДОВАНИЮ ДЫМОВЫХ ТРУБ
С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ГАЗОВО-
ДЫМНЫМИ СТВОЛАМИ

РД 34.20.322-89

Срок действия установлен
с 01.05.89 г.
по 01.05.99 г.

Методические указания распространяются на железобетонные дымовые трубы с металлическими газоотводящими стволами (МГС), эксплуатируемые на ТЭС и электростанциях СССР.

Методические указания определяют состав и порядок проведения обследования дымовой трубы с МГС.

Методические указания предназначены для эксплуатационного персонала энергопредприятий, а также специалистов, занимающихся вопросами оценки состояния конструкций упомянутых сооружений.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассматриваемые в настоящих Методических указаниях дымовые трубы с металлическими газоотводящими стволами (МГС) могут быть одноствольными либо многоствольными, при этом стволы располагаются внутри железобетонной оболочки с проходным зазором между оболочкой и стволами (рис. 1). Количество стволов, расположенных внутри одной оболочки, не превышает четырех, высота их составляет 150-330 м.

Конструкция металлических газоотводящих стволов может быть самонесущей с опорой на фундамент или же комбинированной, когда нижняя часть опирается на фундамент, а верхняя, самостоятельно подвешенная, соединяется с нижней через компенсатор. Толщина стенок самонесущих МГС, как правило, превышает толщину стенок

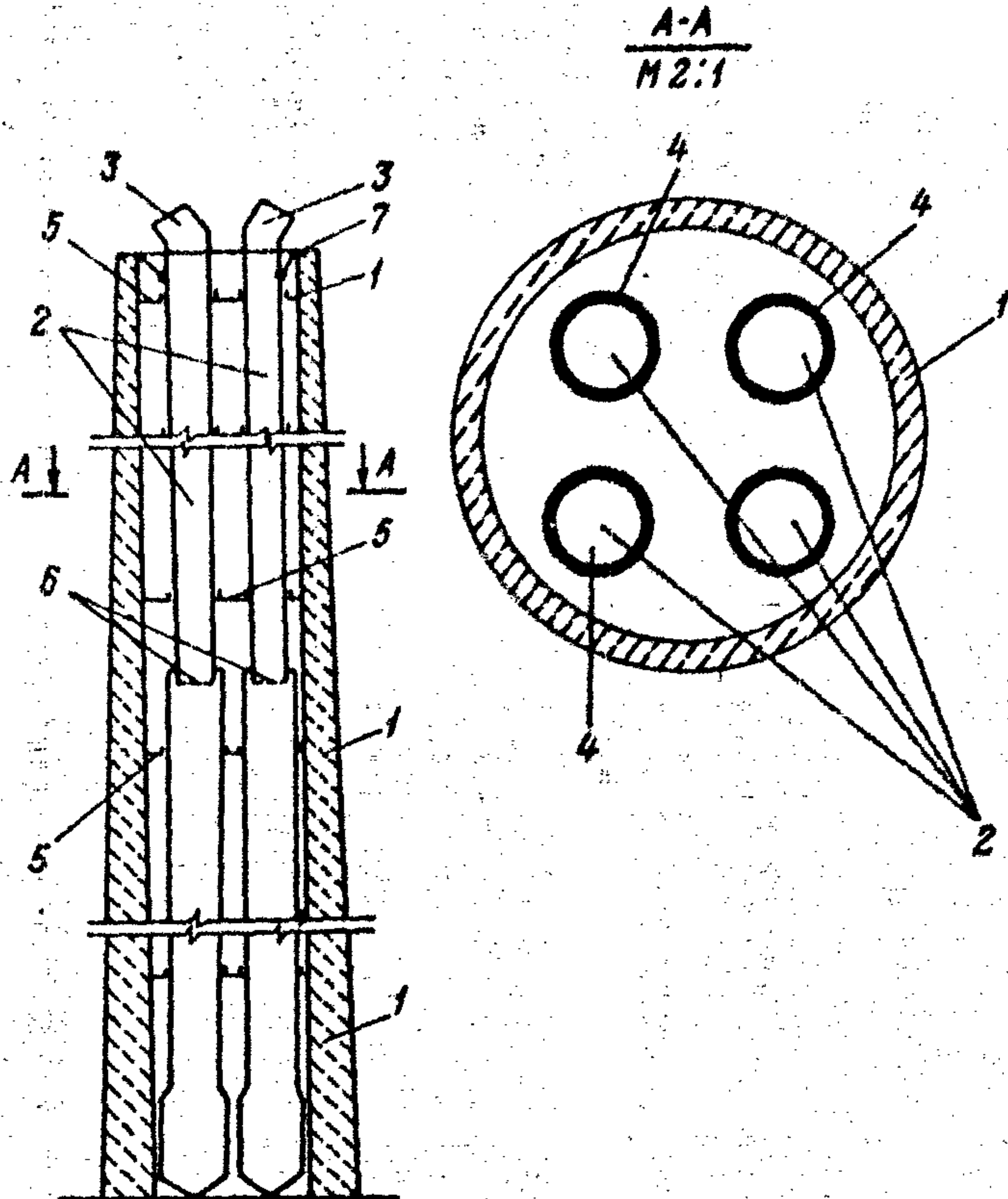


Рис. I. Принципиальная схема дымовой трубы с МТС:

1 - железобетонная оболочка; 2 - МТС; 3 - оголовок; 4 - тепло-
изоляционное покрытие; 5 - рабочие площадки; 6 - компенсатор;
7 - крепление подвесной части

комбинированных на 10-20%. Верхние участки комбинированных МТС подвешены к специальным металлическим конструкциям.

Возможность температурных деформаций по высоте как комбинированных, так и самонесущих МТС обеспечивается скользящими опорами, расположенными на уровне рабочих площадок.

Оголовки МТС, т.е. часть ствола, выступающая за пределы верхней отметки железобетонной оболочки, выполняются либо строго вертикально, являясь фактически продолжением ствола, либо ось

оголовка расположена под острым углом по отношению к оси МГС. Резь встречается оголовки, изготовленные диффузором (рис.2).

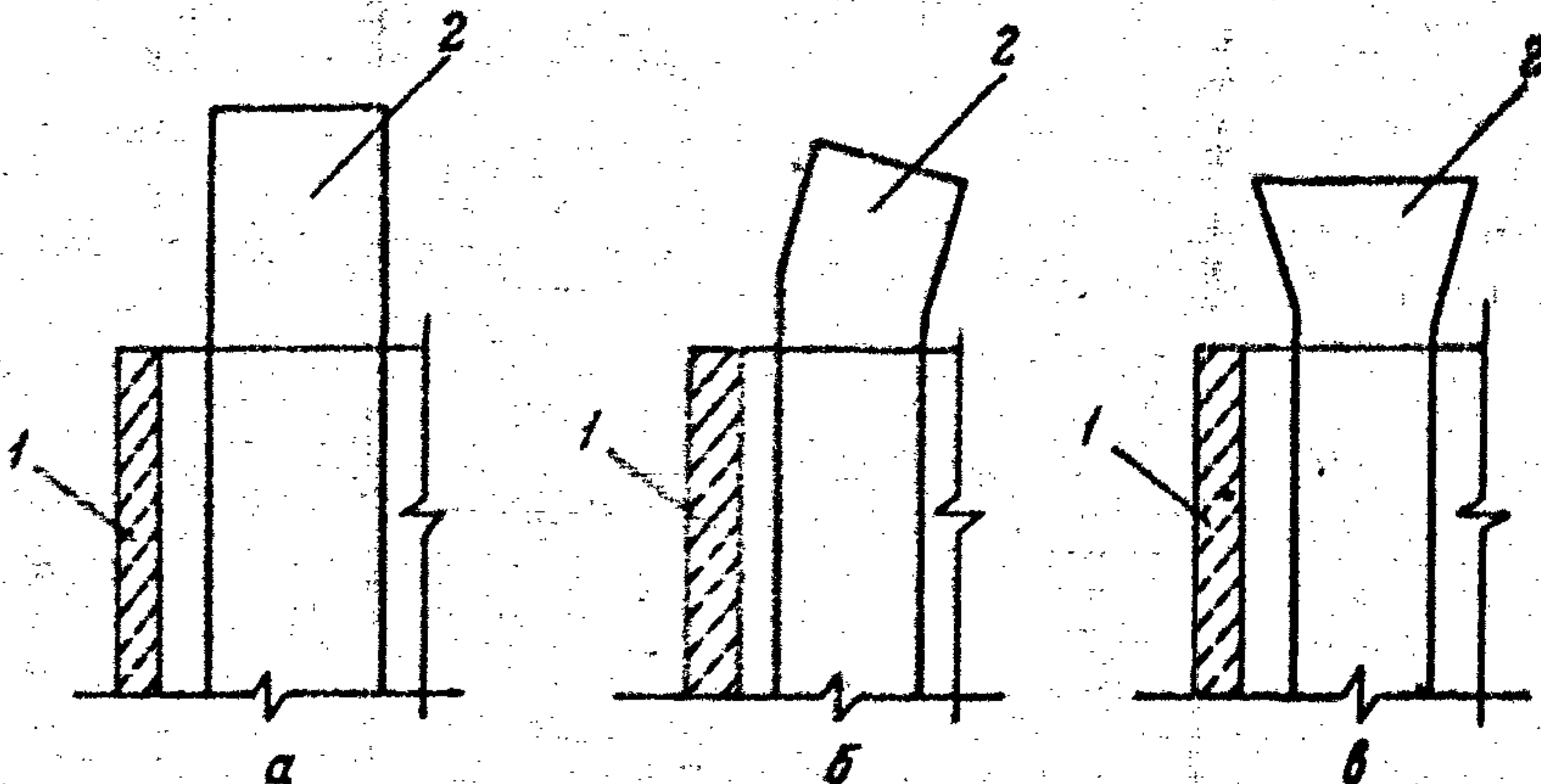


Рис.2. Варианты оголовок:

а - вертикальный; б - наклонный; в - диффузор;
1 - железобетонная оболочка; 2 - оголовок

Металлические газоотводящие стволы выполняются из сталей ВСтЗсп5, 10ХНДЦ, 10ХСНД, 09Г2СН2 и др. Оголовки выполняются либо из той же стали, что и МГС, либо из ЭИ-943.

Основным дефектом дымовых труб с газоотводящими металлическими стволами является коррозионный износ их стенок с потерей сечения по всей высоте, включая оголовки.

В настоящее время антикоррозионная защита внутренней поверхности МГС от коррозии не предусмотрена.

Для уменьшения коррозии с наружной стороны стволы покрываются теплоизоляцией, состоящей из минераловатных матов, с таким расчетом, чтобы их толщина обеспечила разность температур между внутренней стенкой ствола и отводимым трубой газом не более 2-3°С.

По данным Союзтехэнерго, при сжигании газа и угля коррозионный износ металлических стволов с теплоизоляцией составил 0,08-0,11 мм/год, без теплоизоляции - 0,11-0,30 мм/год, при сжигании мазута коррозионный износ составил, соответственно, 0,11-0,15 мм/год и 0,15-0,30 мм/год.

Следует отметить, что условия эксплуатации дымовых труб с ИТС могут изменяться по сравнению с проектными. Поэтому при эксплуатации дымовых труб с металлическими газоотводящими стволами возникает необходимость оценки надежности стволов, а также, при необходимости, выявления их несущей способности с учетом коррозионного износа.

Обследование дымовых труб с ИТС выполняется с целью:

- выявления и оценки дефектов и повреждений;
- оценки надежности с учетом выявленных дефектов и повреждений;

выработки рекомендаций; направленных на обеспечение безотказной эксплуатации;

прогнозирование продолжительности безотказной эксплуатации.

Обследование дымовых труб с ИТС подразделяется на комплексное и выборочное.

При комплексном обследовании инструментально и визуально выявляется состояние всех ИТС, металлоконструкций, нектрубоного пространства, железобетонной оболочки, а также элементов подвеса в месте опорения ИТС.

При выборочном обследовании инструментально и визуально выявляются состояние одного какого-либо ИТС.

Комплексное обследование должно выполняться не реже одного раза в 10 лет.

Выборочные: при сжигании на ТЭС жидкого топлива - не реже 1 раза в 3 года; угольного и газового топлива - не реже 1 раза в 5 лет какого из ИТС.

В том случае, если в результате обследования будут выявлены дефекты, снижающие надежность сооружения, сроки обследования могут быть сокращены.

При комплексном обследовании выявляются техническое состояние в следующей последовательности:

- места опорения ИТС и участков звена газопроводов;
- наружное теплоизоляционное покрытие и компенсаторы;
- металлоконструкции нектрубоного пространства, кровля;
- внутренняя поверхность железобетонной оболочки с проверкой прочности бетона;
- опорение ИТС;

металлоконструкция наружной части железобетонной оболочки;
наружная поверхность железобетонной оболочки с проверкой
прочности бетона.

Выборочное обследование выполняется в следующем порядке:
металлические газотводные стволы с выявлением фактичес-
ких толщин стенок на уровнях рабочих площадок места опирания
МГС, компенсаторы, наружное теплоизоляционное покрытие;
столбы МГС с выявлением фактических толщин и кровли трубы.
При обследовании дымоходных труб с МГС определяются следующие
показатели:

- соответствие марки стали и качества сварных швов МГС и
металлоконструкций межтрубного пространства проектной требова-
нием;

- коррозионный износ МГС и металлоконструкций межтрубного
пространства;

- состояние теплоизоляционного покрытия МГС;

- состояние железобетонной оболочки.

Средства измерения, необходимые для обследования указаны
в приложении I.

2. ПОДГОТОВКА К ОБСЛЕДОВАНИЮ

2.1. Исполнители составляют программу, которая должна от-
ражать вопросы, связанные с видом предстоящего обследования,
его сроками и сроками отключения мощностей, средствами измере-
ний, составом бригады и мероприятиями по обеспечению безопас-
ности работ. Программа обследования утверждается главным инже-
нером ТЭС.

2.2. При подготовке средств измерения (приложение I) необ-
ходимо убедиться в их надежности. Следует заблаговременно за-
рядить основной и запасной блоки питания прибора ультразвуково-
го контроля и проверить надежность прибора на контрольных об-
разцах. За каждым членом бригады должны быть закреплены коня-
ретные приборы и материалы.

2.3. В распоряжении персонала, выполняющего обследование,
должна быть следующая техническая документация:

- проектная - рабочие чертежи и пояснительная записка с данными по проектным нагрузкам и воздействиям;

материалы завода-изготовителя - исполнительные рабочие чертежи с внесенными изменениями, сертификаты на материалы, технологические журналы с указанием всех сведений об особенностях технологии;

эксплуатационная документация - сведения о подключенных котлах, сжигаемом топливе, температурах и расходах удаляемых дымовых газов.

2.4. До начала обследования необходимо произвести предварительный осмотр дымовой трубы для определения объема и вида подготовительных работ.

2.5. В процессе предварительного осмотра прежде всего следует обращать внимание на конструкции и участки, вызывающие опасения: примыкания газоходов, места, находящиеся в непосредственной близости от проемов, узел крепления оголовка к ИТС, компенсаторы, а также места подвески и опирания ИТС.

2.6. В том случае, если не исключается аварийное обрушение элементов конструкции, немедленно следует назначить временные страховочные меры, определяемые конкретной ситуацией.

2.7. Обследование должно производиться при включенном освещении межтрубного пространства. При обследованиях ИТС приборами акустического контроля необходим заблаговременный отаков подключенных мощностей с тем, чтобы температура обследуемой поверхности составляла $+10^{\circ}\text{C} \div +30^{\circ}\text{C}$. Опыт эксплуатации показывает, что этот температурный диапазон гарантирует наибольшую точность измерений.

2.8. При наличии каких-либо дефектов или повреждений, расположенных вне зоны досягаемости, предусматривается установка специальной оснастки, которая должна быть разработана ремонтной организацией с учетом конкретных условий.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ

3.1. Соответствие марок стали ИТС, металлоконструкций межтрубного пространства, а также соответствие качества сварного

Все требования проекта устанавливаются на основании данных исполнительной документации. В случае, если в стволе или металлоконструкциях мезотрубоного пространства обнаружены трещины следует произвести отбор проб с целью определения соответствия применяемой стали проектным требованиям. Характер и глубина трещин определяются при помощи микроскопа МПБ 224.

3.2. Коррозионный износ металла стенок МТС следует определять при помощи приборов ультразвукового контроля (например "Квард-15") и др.

Измерения следует производить по всей высоте МТС при диапазоне температур поверхности стволов $+10^{\circ}C$ - $+30^{\circ}C$ на уровне каждой из рабочих площадок. Измерения толщины стенки ствола необходимо выполнять у его основания в зоне кручения оголовка и МТС и на уровне его верхней отметки. Участки измерений, проводимых в пределах одного и того же горизонтального сечения, должны располагаться диаметрально противоположно и их количество не должно быть меньше четырех для выявления наиболее прокорродированных участков. Погрешность измерений не должна превышать 0,15-0,20 мм.

Все измерения следует выполнять на тех же участках, на которых были произведены исходные измерения, которые должны быть выполнены непосредственно перед вводом МТС в эксплуатацию.

По результатам измерений подсчитывается потеря сечения МТС, являющаяся разностью фактических толщин стенки на одних и тех же участках измерений в разные периоды.

Скорость коррозии (фактическая) U_k (мм/год) подсчитывается по формуле:

$$U_k = \frac{P_1 - P_2}{t}, \quad (1)$$

где P_1 - фактическая толщина стенки МТС, измеренная инструментальным обследованием в предыдущий момент измерения, мм;

P_2 - фактическая толщина стенки МТС, измеренная инструментальным обследованием в последующий момент;

t - интервал времени между предыдущим и последующим измерениями, год.

Потеря сечения и скорость коррозии являются основными факторами, при помощи которых может быть оценено состояние МТС с точки зрения надежности. Кроме того, на основании данных о скорости коррозии прогнозируется выработка ресурса МТС.

3.3. При обследовании металлоконструкций межтрубного пространства следует проверить соответствие геометрических размеров примененных профилей проектным, для чего используется штангенциркуль. Степень коррозионного износа металлоконструкций определяется при помощи слесня с индикаторной головкой, ультразвукового толщиномера "Кварц-15", либо, при наличии явной коррозии, индикаторным глубиномером.

3.4. При обследовании МТС необходимо проверить фактическое состояние теплоизоляционного покрытия по всей наружной поверхности МТС особое внимание следует обратить на участки, расположенные в непосредственной близости к монтажным проемам в железобетонной оболочке.

Увлажнение теплоизоляционного покрытия может быть вызвано как проявлением атмосферных осадков, так и нарушением газоплотности МТС. Необходимо выявить причину увлажнения.

Проникновение атмосферных осадков в межтрубное пространство происходит обычно через неплотности трубы, либо через открытые монтажные проемы в железобетонной оболочке.

В том случае, если увлажнение теплоизоляционного покрытия по причинам воздействия атмосферных осадков исключается, следует произвести вскрытие теплоизоляции с целью выявления сквозных отверстий в стенке МТС и их ликвидации для обеспечения проектных требований к газоплотности ствола.

3.5. При обследовании межтрубного пространства проверяется состояние металлоконструкций лестничных площадок, маршей, рабочих площадок и систем крепления МТС к железобетонной оболочке.

В том случае, если монтажные проемы закрыты, а газоплотность МТС не нарушена, коррозионные разрушения указанных металлоконструкций, как правило, отсутствуют.

Если в течение длительного срока происходил выход дымовых газов из МТС в межтрубное пространство, либо через открытые монтажные проемы беспрепятственно проникали атмосферные осадки и в результате металлоконструкции подверглись коррозионному воздействию, необходимо установить степень коррозии и принять неотложные меры по ликвидации ее последствий.

3.6. При обследовании компенсатора необходимо осмотреть его с целью определения надежности крепления к нижней и верхней

частям МТС, а также оценить газоопасность данного участка.

Существующие конструкции компенсаторов в случае правильного выполнения проектных требований удовлетворяют этим требованиям.

3.7. Поскольку развитие коррозионных разрушений может привести к падению оголовка, что является опасным для зданий, сооружений и персонала ТЭС, состояние оголовка приобретает первостепенное значение.

При обследовании оголовка необходимо проверить состояние узла его крепления к МТС (сварной шов). При выявлении щелевой коррозии следует принять немедленные меры по восстановлению надежности узла крепления.

3.8. При выявлении состояния железобетонной оболочки необходимо обследовать участки крепления металлоконструкций межтрубного пространства, оценить надежность соединений, убедиться в отсутствии коррозионных процессов, происходящих в бетоне и оценить его прочность при помощи прибора ИМ.

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ И УСЛОВИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ

4.1. Обследование дымовых труб необходимо выполнять в дневное время.

При обследовании должна быть обеспечена работа источников света в межтрубном пространстве в соответствии с требованиями проекта.

4.2. При выявлении фактических толщин стенок МТС требуется заблаговременный останов подпиточных мощностей с таким учетом, чтобы температура поверхности МТС в момент обследования составляла от $+10$ до $+30^{\circ}\text{C}$.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ

5.1. Ужесточение условий эксплуатации (например, перевод подпиточных котлов на сжигание мазута) может привести к интенсификации коррозионных процессов, что в свою очередь является причиной сокращения срока службы МТС. В этом случае необходимо выполнить расчет теоретических скоростей коррозии.

Этот расчет производится в следующем порядке:

5.1.1. Определяется коэффициент диффузионного массопереноса:

$$\beta = 0,023 \frac{\delta}{d} Re^{0,85} Sc^{0,44} \quad (2)$$

- где β - коэффициент диффузионного массопереноса, кг/м²·ч;
 δ - коэффициент диффузии кг/ч(см. "Газотводные трубы ТЭС и АЭС Энергоатомиздат, 1987 г. табл. 7.5 и 7.6);
 d - диаметр газотводного ствола, м;
 Re - критерий Рейнольдса;
 Sc - критерий Шмидта.

5.1.2. Определяется движущая сила массопереноса

$$M_k = \exp \left\{ \frac{1}{0,434} \left[-0,8584 + \left(\frac{1}{0,22 + p_{в.п}} - 9,563 \right) \left(\frac{258,92}{T_H - 222,794} - 0,7799 \right) \right] \right\} - \exp \left\{ \frac{1}{0,434} \left[-0,8584 + \left(\frac{1}{0,22 + p_{в.п}} - 9,563 \right) \left(\frac{258,92}{T_{ст} - 222,794} - 0,7799 \right) \right] \right\}, \quad (3)$$

- где $p_{в.п}$ - парциальное давление водяных паров;
 T_H - температура насыщения паров в дымовых газах;
 $T_{ст}$ - температура стенки.

5.1.3. Поток конденсации на поверхности газотводного ствола определяется по формуле

$$q_k = \beta M_k, \quad (4)$$

где q_k - поток конденсации на поверхности.

5.1.4. Теоретическая скорость коррозии определяется по формуле:

$$U_k^r = 0,725 \cdot 10^{-4} q_k t, \quad (5)$$

- где U_k^r - теоретическая скорость коррозии, мм/год;
 t - продолжительность эксплуатации в течение года, ч;

$0,725 \cdot 10^{-4}$ - переводной коэффициент.

5.2. При изменении условий эксплуатации УТС, когда меняются температуры уходящих газов, может возникнуть необходимость изменить толщину запроектированного теплоизоляционного слоя

теплоизоляционного покрытия МТС. Расчет толщины слоя теплоизоляционного покрытия с учетом изменяемых условий производится по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left[\frac{t - t_{мп}}{\alpha_r (t - t_{ст})} - \left(\frac{1}{\alpha_r} + \frac{1}{\alpha_{мп}} \right) \right], \quad (6)$$

- где
- $\delta_{из}$ - искомая толщина теплоизоляционного покрытия, м;
 - $\lambda_{из}$ - коэффициент теплопроводности покрытия, Вт/м °С;
 - t - температура дымовых газов в МТС, °С;
 - $t_{мп}$ - температура воздуха в межтрубном пространстве, °С;
 - α_r - коэффициент теплоотдачи дымовых газов, Вт/(м² · °С);
 - $\alpha_{мп}$ - коэффициент теплоотдачи от МТС к воздуху межтрубного пространства, Вт/(м² · °С).

6. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ

6.1. Результаты обследования оформляются актом, форма которого приведена в приложении 2.

6.2. Решения по ремонту дымовых труб с МТС принимаются в зависимости от результатов обследования. Поскольку указанные сооружения являются относительно новой конструкцией, дефекты, выявленные до настоящего времени, ликвидировались путем восстановления проектного состояния.

Учитывая, что в будущем ликвидация дефектов таким образом не всегда будет возможной, следует материалы по результатам обследования занести в дефектную ведомость, предусматривающую описание дефектов и их расположение, и которую следует направлять в Союзтехэнерго, либо другую специализированную организацию для анализа и разработки конкретных рекомендаций по обеспечению надежности. При необходимости следует привлекать организационно-разработчика проекта.

7. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПЕРИОДЕ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Обследование дымовых труб относится к работам повышенной опасности, в связи с чем от исполнителей требуется чет-

кое выполнение правил техники безопасности. Работы по обследованию дымовых труб требуют выполнения по наряду-допуску.

7.2. При выполнении работ следует руководствоваться СНиП II-4-80 "Техника безопасности в строительстве" и "ПТБ при эксплуатации теплоэлектрического оборудования электрических станций и тепловых сетей" (М.: Энергоиздат, 1985).

7.3. Обследования должны производиться группой не менее трех человек, причем один из них должен оставаться на земле для приема сигналов. К работе могут быть привлечены лица, имеющие допуск к работе на высоте.

7.4. К обследованиям персонал допускается только после соответствующего инструктажа.

7.5. Проводить обследования без защитных касок запрещается.

7.6. Для переноски приборов, инструментов, приспособлений и других мелких предметов надлежит пользоваться специальной сумкой.

Приложение I Справочное

Перечень приборов и материалов, необходимых для выполнения комплексного обследования дымовых труб с ИТС

Наименование	ГОСТ или ТУ	Назначение	Количество
1. Прибор для контроля марки бетона	ТУ 204 РБСР - 1096-81	Выявление фактической прочности бетона железобетонной оболочки	I
2. Скоба с индивидуальной шкалой измерений	Индивидуальное изготовление	Измерение фактических размеров толщины элементов	I
3. Ультразвуковой толщиномер "Квадр-15"	Ю "Волна" г. Казань	Измерение толщины металла в труднодоступных местах	I комплект
4. Индикаторный глубиномер	ГОСТ 7661-67	Измерение глубины коррозионных язв	I

Окончание приложения I

Наименование	ГОСТ или ТУ	Назначение	Количество
5. Микрометр МТБ 2хА	Оптический-механи- ческий завод г.Ишим	Измерение глубины раскрытия трещины	1
6. Штангенциркуль на диапазон 0-300 мм	ГОСТ 166-80	Измерение геомет- рических размеров профилей элемен- тов	1
7. Шуровальная 0,5х0,5 м	ГОСТ 5009-82	Защита поверх- ности измеренной	1

Приложение 2
Рекомендуемое

АКТ

Обследование дымовой трубы № _____ с _____ МТС

Дымовая труба № _____ выполнена по проектам № _____
(железобетонная оболочка) и № _____

проектная организация _____

- МТС

проектная организация _____

Проектом предусмотрена монтаж _____ шт. МТС.

Запросителем предусмотрено подключение следующих мощностей:

МТС № 1 _____

МТС № 2 _____

МТС № 3 _____

МТС № 4 _____

(указать марку котлов, вид сжигаемого топлива, дату подключения
к МТС, объем и температуры удаляемых дымовых газов, продолжи-
тельность эксплуатации в течение года).

Выполнено подключение следующих мощностей:

МТС № 1 _____

МТС № 2 _____

МГС № 3

МГС № 4

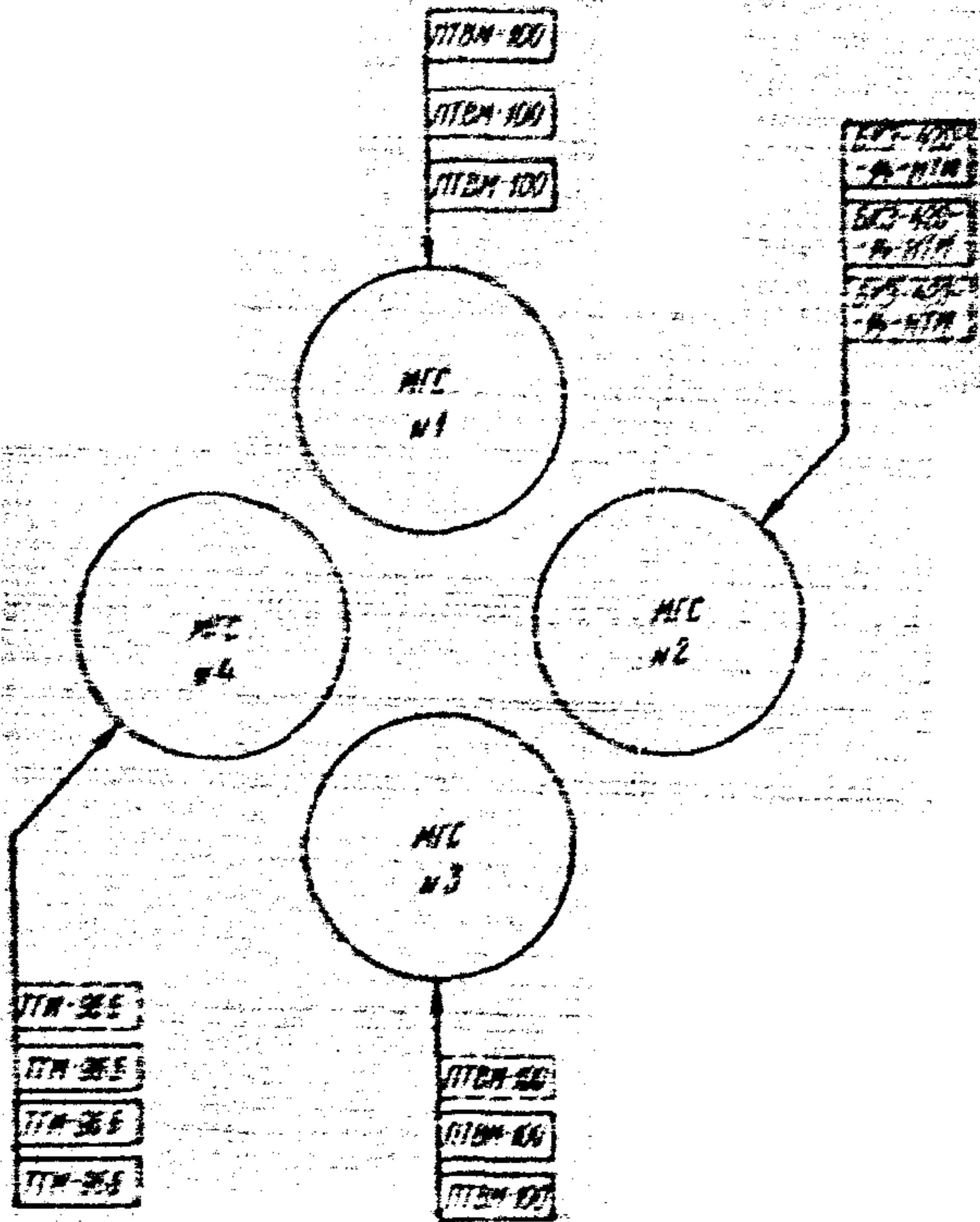


Рис. 12.1. Схема подключения мощностей к МГС
дымовой трубы

Примечание. Сплошными линиями показаны присоединяемые котлоагрегаты, пунктирными - зарезервированные, но не введенные в эксплуатацию.

Со времени ввода МГС № _____ в эксплуатацию до _____
(указать дату) выполнялись следующие условия эксплуатации:

1. _____
2. _____
3. _____

Результаты обследования

1. Состояние теплоизоляционного покрытия (указать отметки и размеры нарушений, соответствие фактической толщины теплоизоляционного покрытия расчетной).

2. Состояние металлоконструкций межтрубного пространства (указать отметки, элемент, вид и степень нарушения состояния).

3. Монтажные проемы оснащены (не оснащены) закрепляющими устройствами (калужные решетки, двери и т.п.).

4. Указать другие отклонения от требований проекта.

5. В соответствии с расчетами теоретическая скорость коррозии металла стенок МГС № 1 составляет _____ мм/год,
МГС № 2 " _____ мм/год,
МГС № 3 " _____ мм/год,
МГС № 4 " _____ мм/год.

Обследование выполнялось _____

в период _____ отключения котлов при помощи _____
работы _____

(средства и методы измерения)

Результаты измерения приведены в таблице.

Участок измерения	Марка стали		$\delta_{ст}$	$\delta_{ст}^{пр}$ мм (1978 г.)				$\delta_{ст}^{факт}$ мм (1992 г.)				$\frac{\delta_{ст}^{факт}}{\delta_{ст}}$	$\delta_{ст}^{пр}$ мм (1992 г.)					
	по проекту	фактическая		г/мм	1	2	3	4	1	2	3		4	1	2	3	4	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		

Состояние узла крепления МТС № I и оголовка - _____

(указать отклонения от требований проекта)

Состояние компенсатора.

Сведения о ремонтах

1. _____
2. _____

Подпись членов комиссии: _____

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Общие положения	3
2. Подготовка к обследованию	7
3. Проведение обследования	8
4. Меры безопасности и условия обследования.....	II
5. Обработка результатов обследования	II
6. Анализ результатов обследования	13
7. Требования по технике безопасности	13