

Изобретение относится к энергетике, в частности, к паросиловым установкам и способу регулирования температуры перегретого пара в этих установках и может быть использовано на тепловых и атомных электростанциях, в судовых энергоустановках.

Современные паросиловые установки содержат двухступенчатую паровую турбину и парогенераторную установку с системой сгорания с псевдооживленным слоем и содержащую один или несколько сепараторов, газоход, пароперегреватель и пароперегреватель. Проблемой, нерешенной задачей в этих установках является, регулирование температуры перегретого пара, отчего зависит эксплуатационная надежность деталей установки. Выход из строя дорогостоящего оборудования чреват большими экономическими потерями. Решение этого вопроса дает и большую экономию тепловой энергии.

Известна энергетическая паросиловая установка и способ регулирования пара в ней [Патент США № 4748940J, в которой для регулирования, температуры пара предложено установить первый подогреватель в канале дымовых газов камеры сгорания с псевдооживленным слоем и соединить с ним второй подогреватель, расположенный в выносном теплообменнике. Температуру на выходе из подогревателя регулируют путем регулирования потока твердых частиц в выносном теплообменнике и регулирования потока водяного пара в двух подогревателях с помощью проходного трубопровода. Эта установка и способ регулирования является аналогом заявляемой установки и способа, предложенного в заявке.

Известна энергетическая установка [Европейская патентная заявка № 027437], содержащая двухступенчатую турбину и парогенераторную установку, камеру с псевдооживленным слоем, сепараторы частиц, первую, вторую и конечные ступени подогревателей и пароперегреватель, первая и конечная ступени подогревателей расположены последовательно, две ступени подогревателей расположены в отдельных наружных теплообменниках для охлаждения отводимой золы, конечная ступень подогревателя расположена в газоходе, соединенном с выходом газа из камеры сгорания с псевдооживленным слоем, температуру на выходе из подогревателя регулируют путем изменения потока твердых частиц в выносные теплообменники.

Эти конструкции имеют принципиальный недостаток - регулирующий клапан потока твердых частиц представляет изделие, требующее дорогостоящего обслуживания, а также трубная поверхность внутри теплообменника подвержена эрозии.

Контролировать температуру водяного пара на выходе из подогревателя можно путем распылительных пароохладителей. Используется распыливание водой для пароохлаждения. Это простой подход, но он широко не применяется, так как нарушает эффективность цикла. Применение избыточного воздуха для контроля температуры подогрева водяного пара тоже не рационально, так как это решение оказывает отрицательное влияние на работу котельного агрегата.

Наиболее близкой к предлагаемой по решаемой задаче и технической сущности является установка [Сушкин И.Н. Теплотехника. — М: "Металлургия", 1973, с. 291, 292], содержащая замкнутый паросиловой контур, включающий соединенные посредством трубопроводов двухступенчатую паровую турбину с размещенным на ее входе пароперегревателем и размещенным между ее ступенями двухступенчатым промежуточным пароперегревателем и парогенератор с топкой, радиационной и конвективными проходными частями, при этом пароперегреватель и промежуточный пароперегреватель установлены в конвективной проходной части парогенератора, причем вторая и первая ступени промежуточного пароперегревателя расположены в конвективной проходной части последовательно по ходу отходящих газов. В прототипе, как и в предлагаемом устройстве, возвращаемый из турбины пар, подлежащий перегреву, поступает во вторую и первую ступень пароперегревателя.

Недостаток прототипа заключается в том, что количество поступающего пара, его температура строго и четко не контролируются, что не позволяет обеспечить с достаточной точностью необходимой для экономичной эксплуатации температуры.

В прототипе устройства дополнительное регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыскивающими пароохладителями. Но впрыскивающие охладители обладают серьезным недостатком - они нарушают эффективность цикла и не могут в достаточной степени способствовать получению перегретого пара в строго выдержанных температурных границах.

Наиболее близким к предлагаемому является способ регулирования температуры пара в двухступенчатом промежуточном пароперегревателе энергетической паросиловой установки [Шальман М.Л. Автоматизация крупных тепловых электростанций. - М. Энергия, 1974, с. 109, 110], включающий разделение пара на входе в первую ступень промежуточного пароперегревателя на два потока, первый из которых подает в первую ступень пароперегревателя, а второй по обводной линии во вторую ступень, минуя обогрев в первой ступени на смешение пара из первой ступени, при этом изменяют расход второго потока пара посредством клапана для регулирования расхода пара по сигналу о температуре пара на выходе из второй ступени промежуточного пароперегревателя.

Недостаток способа-прототипа заключается в том, что при его использовании для крупных паросиловых установок имеется единственный, не считая впрыска пароохладителей, способ регулирования температуры - рециркуляция дымовых газов. Однако, он требует использования вентилятора для циркуляционного газа для нагнетания горячего насыщенного пыльного газа и требует дополнительного расхода энергии, что делает этот способ неудовлетворительным. Происходят также нежелательные возмущения в тракте первичного газа. В книге М.П. Шальмана отмечается, что "вопросы автоматического регулирования температуры вторичного перегретого газа окончательно не решены".

Устранение недостатков прототипа положено в основу при разработке предлагаемого изобретения.

В основу изобретения поставлена задача создания энергетической паросиловой установки и способа регулирования температуры перегретого пара в двухступенчатом пароперегревателе этой установки, в которых, соответственно, в установке за счет точной регулировки температуры перегретого пара путем избирательного дозирования охлажденного пара, в способе путем селекции охлажденного пара на первую и вторую часть по сигналу о перепаде давления в пароперегревателе обеспечивается эксплуатационная надежность и экономичность пароперегревателя и установки, Таким образом, должен быть получен

технический результат.

Для решения поставленной задачи в известной энергетической паросиловой установке, установлены дополнительные элементы и новые связи между ними и известными элементами, в частности замкнутый паросиловой контур, включающий соединенные посредством трубопроводов двухступенчатую паровую турбину с размещенным на ее входе пароперегревателем и размещенным между ее ступенями двухступенчатым промежуточным пароперегревателем и парогенератор с топкой, радиационной и конвективной проходными частями, при этом пароперегреватель и промежуточный пароперегреватель установлены в конвективной части парогенератора, причем вторая и первая ступени промежуточного пароперегревателя расположены в проходной части последовательно по ходу отходящих газов.

Согласно изобретению, известная паросиловая установка снабжена дополнительным трубопроводом, средством для разделения поступающего от турбины в промежуточный пароперегреватель пара на два потока, средством для объединения указанных потоков, двумя клапанами, для регулирования расхода пара и давления, а также двумя блоками управления, для регулирования температуры пара»! перепада давления, причем средства для разделения пара на потоки и объединения потоков установлены на входе и выходе второй ступени промежуточного пароперегревателя и соединены между собой посредством дополнительного трубопровода с установленным в нем клапаном для регулирования расхода, размещенным вне парогенератора, блок управления для регулирования температуры пара подключен к выходу второй ступени промежуточного пароперегревателя и клапану для регулирования расхода, а клапан для регулирования давления установлен между средством для разделения пара на потоки и входом первой ступени пароперегревателя, размещен вне парогенератора и подключен к блоку управления для регулирования перепада давления, который подключен к входу и выходу первой ступени промежуточного пароперегревателя. Кроме того, пароперегреватель установлен в конвективной части парогенератора по ходу отхода газов, а топка парогенератора выполнена в виде топki с псевдоожиженным слоем с сепаратором между радиационной и конвективной частью.

В заявляемой энергетической паросиловой установке поддерживается точная температура перегретого пара за счет избирательной дозированной регулировки потоком и температурой охлажденного пара при помощи дополнительной трубопроводной обвязки, средств для разделения пара на два потока, объединения и разделения потоков с помощью приборов - клапанов, блоков управления и др., и в последовательности, определяемой совокупностью признаков изобретения.

Если температура будет повышаться выше допустимой, согласно признаков изобретения, клапан открывается для байпасирования охлажденного пара в подогреватель. Когда температура упадет ниже допустимой, клапан закрывается для уменьшения расхода байпасированного пара во вторую ступень. За счет точного регулирования температуры пара исключаются перегревы выше максимально допустимых температур трубок перегревателя - повышается безаварийная эксплуатационная надежность трубок перегревателя и снижение теплотрат, тем самым обеспечивается технический результат.

В заявляемой энергетической паросиловой установке технический результат, выражаемый в снижении дополнительных теплотрат, обеспечивается за счет размещения пароперегревателя за второй ступенью промежуточного пароперегревателя по ходу отходящих газов. При этом для получения температуры газа выше критической требуется нагрузка котла на 25-30%, а не 35-40% - поскольку применяются установки большой мощности, достигается большая экономия топлива.

Также дополнительное уменьшение потерь тепла обеспечено за счет того, что топка парогенератора выполнена в виде камеры с псевдоожиженным слоем, а парогенератор выполнен с одним, по крайней мере, сепаратором, размещенным между радиационной и конвективными частями.

Предлагаемая система регулирования при работе от двух парогенераторов на одну турбину устраняет необходимость смешивания водяного пара, облегчает условия холодного и горячего запуска, что повышает экономичность установки.

Для решения поставленной задачи по способу предлагается в известном способе регулирования температуры пара в двухступенчатом промежуточном парогенераторе энергетической паросиловой установки изменить потоки расхода пара, а именно дополнительно изменяют расход первого потока пара по сигналу о перепаде давления пара между входом и выходом первой ступени промежуточного пароперегревателя, причем изменение расходов потоков пара ведут одновременно посредством регулирующих клапанов, установленных соответственно в обводной линии и на входе в первую ступень промежуточного пароперегревателя.

Совокупность признаков, указанных в способе - изменение расхода потока пара по сигналу о перепаде давления пара между входом и выходом первой ступени промежуточного пароперегревателя и то, что изменение расхода потока пара ведут регулируемыми клапанами в обводной линии и на входе, позволяет осуществить точную регулировку температуры перегретого пара путем дозирования потоком охлажденного пара. Это обеспечивает технический результат - повышение эксплуатационной надежности трубок перегревателя и снижение потерь тепла.

На фиг. 1 показана схема паросиловой установки; на фиг. 2 - то же, второй вариант; на фиг. 3 - паросиловая установка, состоящая из 2 парогенераторов, соединенных с одной турбиной.

На фиг. 1 показана силовая установка, представляющая собой типичный котел с циркулирующим псевдоожиженным слоем с пароперегревателем и подогревателем, с системой, включающей предпочтительный вариант настоящего изобретения. Котельная установка, обозначенная в целом цифрой 1, содержит камеру сгорания 2 с псевдоожиженным слоем, содержащую собственно камеру сгорания 3, в которую вводят сгораемый материал, негорючий материал, первичный воздух и вторичный воздух. В камере сгорания слой поддерживают в псевдоожиженном состоянии путем соответствия точного наличия слоя материала и потока воздуха. Камера сгорания снабжена основанием 4, имеющим решетчатую конструкцию, через которую вводят псевдоожижающий воздух. Стенки камеры сгорания предпочтительно выполнены в виде трубчатых стенок мембранного типа с огнеупорным покрытием или без него.

Первая и вторая ступени пароперегревателей 5 и 6 расположены внутри камеры сгорания. Материалы, находящиеся в камере сгорания, перемещаются из камеры сгорания с помощью газоходов 7 в горячий сепаратор 8, где твердые частицы отделяются от дымовых газов для возврата при помощи системы рециркуляции твердых частиц 9, 10 и 11 в основание камеры сгорания для рециркуляции. Перед возвратом в камеру сгорания они могут быть пропущены через холодильники с псевдоожиженным слоем или аналогичного устройства.

Детали циркуляционного контура для питательной воды и первичные пароперегреватели не изображены, поскольку они не составляют существенную часть настоящего изобретения.

Дымовые газы из горячего сепаратора поступают по газоходу 12 в конвективный проход 13. Одноступенчатый пароперегреватель 14 помещают или располагают в конвективном канале, с установкой подогревателей 15 и 16, расположенных после пароперегревателя 14 и выше поверхности экономайзера 17. Подогреватель иллюстрируется в виде двух ступеней, из которых первая ступень обозначается цифрой 16, вторая или конечная ступень - цифрой 15. Эти две ступени устанавливают в виде противоточных теплообменников с направлением газового потока сверху вниз и направлением потока подогреваемого водяного пара снизу вверх. Размещение пароперегревателя 14 внутри этого прохода помогает поддержанию температуры газового потока в подогревателе 15 ниже критической. Эта схема вместе с признаком байпасирования, как будет объяснено, обеспечивает уникальный и эффективный контроль за температурами внутри секций подогревателя.

Когда температура водяного пара, выходящего из конкретной секции (в схеме противоточного теплообменника) близка к температуре газа, поступающего в эту секцию, уменьшение потока водяного пара приведет к значительному снижению поглощения тепла. Когда температура водяного пара достигает температуры газа, снижается полезный тепловой эффект, пригодный для теплопередачи. Этот принцип используется для системы регулирования температуры подогрева, в соответствии с настоящим изобретением.

Система генерирования (фиг. 1) состоит в подаче водяного пара в двухступенчатую турбину. В иллюстрируемой схеме водяной пар из пароперегревателя 14 проходит через выходной коллектор 18 и подводящий трубопровод 19 с помощью вентиля 20 на входную сторону турбины высокого давления 21. Охлажденный водяной пар, выходящий из турбины 21, возвращается по возвратному трубопроводу 22 в подогреватели 16 и 15. В подогревателе байпасный трубопровод 23 соединяется с возвратным трубопроводом 22 в точке 24 и байпасирует часть охлажденного водяного пара с оставшейся частью водяного пара, проходящего через дифференциальный регулирующий клапан 25 в входной коллектор 26 подогревателя первой ступени 16.

Водяной пар, проходящий через подогреватель 16, существует за счет коллектора 27 и вновь соединяется или смешивается с байпасной частью охлажденного водяного пара в точке 28. В байпасном трубопроводе 23 для регулирования потока между приемным манифольдом подогревателя первой ступени 16 и байпасным трубопроводом предусмотрен регулятор расхода 29. Объединенный водяной пар в точке 28 поступает в входной коллектор 30 подогревателя второй или конечной ступени 15, где он дополнительно подогревается и поступает через выходной коллектор 31, подводящий трубопровод 32 и вентиль 33 на вторую ступень или низшую ступень турбины (ТСД) - турбины среднего давления 34. Избирательное дозирование охлажденного водяного пара между байпасным трубопроводом 23 и второй ступенью подогревателя создает эффективный и полезный способ - средство регулирования температуры в ступенях подогревателя.

Местоположение подогревателя первой ступени 16 в канале газохода выбирают таким образом, что байпасирование необходимой части охлажденного водяного пара подогрева непосредственно в подогреватель второй ступени 15 не может повысить температуру водяного пара, выходящего из подогревателя первой ступени, более той температуры, которая допустима для материала трубок подогревателя. Для защиты материалов подогревателя первой ступени от превышения допустимой для них температуры металла будет установлен предел. Величина температуры 556°C представляет собой типичную предельную температуру и она может изменяться в зависимости от действительных конструктивных условий. Назначение установки и способа регулирования в том, чтобы максимальная температура наружной поверхности трубок не превысила допустимого для выбранного материала предела температуры.

Установку регулирующих клапанов 25 и 29 выбирают так, чтобы возможность регулирования обеспечивалась посредством диапазона регулирования температуры водяного пара и позволяла заменять все поверхности подогревателя в конвективном проходе котла, ограничивая необходимость в печных поверхностях подогревателя. Это также делает осуществимой упрощенную схему пуска, когда несколько котлов-парогенераторов, например, соединены с общей турбинной установкой. В этой схеме группа клапанов обеспечивают способ уравнивания потока подогрева водяного пара при различных рабочих условиях.

В котле с циркулирующим псевдоожиженным слоем сгорание происходит в псевдоожиженном слое инертного материала. Материал псевдоожиженного слоя, выходящий из камеры сгорания, возвращают при помощи горячего сборника (такого, как например, горячий циклон) через подходящее уплотнительное устройство. При работе воздух и топливо вводят в камеру сгорания 3, где материал слоя поддерживают в псевдоожиженном состоянии путем поддержания точного расхода воздуха и материала слоя. Псевдоожижающий воздух вводят через колосник решетчатой формы или конструкцию в днище 4 камеры. Дымовые газы и продукты сгорания вместе с увлекаемыми твердыми частицами сначала переносят тепло пароперегревателям 5 и 6 и транспортируются по газоходу 7 в горячий сепаратор 8, в котором твердые частицы отделяют и возвращают в камеру сгорания через циркуляционный контур 9, 10 и 11. Горячие дымовые газы затем направляют из горячего сепаратора по газоходу 12 в секцию конвективного прохода 13, где размещены пароперегреватель конечной ступени 14 и ступени 15 и 16 подогревателя.

Три ступени пароперегревателя расположены в описанной системе, причем эти ступени обозначены цифрами 5, 6 и 14, при этом ступень 14 расположена в конвективном канале дымовых газов. Пароохладители

могут быть расположены между ступенями пароперегревателя для регулирования, при необходимости, температуры водяного пара. Две ступени 15 и 16 подогревателя расположены в конвективном проходе 13 и в сочетании с регулирующими клапанами и соединительными трубопроводами, так что возможен точный контроль температуры водяного пара на выходе из подогревателя. Трубопроводная обвязка является такой, что охлажденный водяной пар вновь поступающий в эту систему по трубопроводу 22, избирательно разделяют на два потока в его соединении (тройнике) 24 с байпасным трубопроводом 23. Один поток поступает в подогреватель первой ступени и распределяется через входной коллектор 26. Второй поток поступает в подогреватель второй ступени через клапан 29 и входной коллектор 30. Избирательное деление потока будет пропорционально необходимости регулирования температуры, которое осуществляют при помощи клапанов 25 и 29.

Горячий поток, выходящий из регулятора первой ступени через выпускной коллектор 27, смешивают с охлажденным водяным паром посредством байпасного трубопровода 23 после или отходящим потоком из клапана-регулятора расхода 29, и смешанный поток поступает на подогреватель второй ступени через входной коллектор 30. Расход через подогреватель первой ступени регулируют соответствующим манипулированием двух регулирующих клапанов 25 и 26, которые в свою очередь, регулируют температуру водяного пара, выходящего из подогревателя второй ступени 15. Горячий водяной пар из подогревателя второй или конечной ступени направляют обратно в турбину по горячему трубопроводу 32 подогретого водяного пара.

Блок управления перепадом давления 37 контролирует настройку клапана 25 для регулирования перепада давления, подходящего для регулирующего клапана 29.

Блок 37 реагирует на перепад давления между возвратным трубопроводом 23 охлажденного водяного пара и выходное давление в месте соединения 28 выхода из подогревателя 16 и байпасного трубопровода 23. Это указано пунктирной линией 39 на фиг. 1, Блок управления 17 настраивают для регулирования клапана 25 как функции от нагрузки на котел.

Клапан 29 на байпасном трубопроводе 23 управляется блоком управления температурой 38, который реагирует на температуру выходящего водяного пара из подогревателя 15 второй или конечной ступени. Это указано штриховой линией 40 на фиг. 1. В иллюстрируемом варианте в качестве примера температуру подогревателя 15 поддерживают в диапазоне приблизительно 538°C, плюс или минус 10°C. Когда температура водяного пара, выходящего из подогревателя 15, начинает повышаться свыше 543°C, клапан 29 открывается для байпасирования дополнительного охлажденного водяного пара непосредственно в подогреватель 15. Когда температура начинает падать ниже 532°C, клапан 29 закрывается для уменьшения расхода байпасированного охлажденного водяного пара во вторую ступень 15.

Фиг. 2 идентична фиг. 1, но пароперегреватель 14 размещен между подогревателями 15 и 16. В конвективном проходе размещен одноступенчатый пароперегреватель 14 с подогревателем 15 второй ступени, расположенными выше пароперегревателями и подогревателем 16 первой ступени, расположенным ниже его пароперегревателя 14. Это противоположно тому, что было изображено на фиг. 1. Расположение подогревателя 15 второй ступени выше пароперегревателя 14 позволяет ему поглотить больше теплоты при более низких нагрузках. Это предоставляет ему возможность для расширения своего диапазона регулирования температурой водяного пара, в то время как оказывает небольшой эффект на диапазон регулирования пароперегревателя, если вообще оказывает какой-либо эффект. Это возможное расширение диапазона регулирования температурой подогрева водяного пара улучшит соединение двух агрегатов в одну турбину более просто, с точки зрения возможности согласования температур.

Настоящая схема, при установке подогревателя второй ступени 15 выше пароподогревателя 14, обеспечивает даже большее регулирование температуры на ступенях подогревателя. Поскольку газ теперь проходит через подогреватель 15 перед тем как он поступает в пароперегреватель 14, он не может иметь температуру ниже критической для подогревателя 15 вплоть до некоторой нагрузки котла-парогенератора. Таким образом, при установке пароперегревателя 14 в проходе позади подогревателя 15 температура газа будет ниже критической температуры для подогревателя 15 только до того, как после достигнута нагрузка приблизительно 25-30%. В это время охлажденный водяной пар пригоден для регулирования температуры в соответствии с настоящим изобретением. Хотя при необходимости максимальной загрузки оборудования допускается максимальная нагрузка на парогенератор котел до 35-40%, но это нежелательно, так как изнашивается материал корпуса.

Тот факт, что для получения температуры газа выше критической при прохождении в подогревателе требуется загрузка парогенератора-котла на 25-30%, а не 35-40% является другим преимуществом настоящего изобретения. Экономится большое количество тепловых ресурсов, уменьшаются тепловые нагрузки на корпус парогенератора, что увеличивает срок его эксплуатации.

Согласно фиг. 3, описывается паросиловая установка, идентичная изображенной на фиг. 1, но с идентичным котлом. В этой паросиловой установке элементы первой котельной установки обозначены теми же цифровыми обозначениями, что и на фиг. 1, причем вторая котельная установка обозначена теми же исходными цифрами. Следовательно, в этой схеме описывается турбинная паросиловая установка, в которой два котла-парогенератора подают водяной пар в одну турбину. Один существенный признак, необходимый для установки этого типа состоит в том, что для регулирования количества потока водяного пара подогрева в каждый котел должно быть предусмотрено некоторое средство, так чтобы температура водяного пара на выходе подогрева варьировалась в определенных границах при всех возможных рабочих условиях. В иллюстрируемой паросиловой установке для двух котлов-парогенераторов предусмотрены идентичные управления и трубопроводная обвязка.

Клапаны регуляторы 25 и 29 для регулирования температуры подогрева водяного пара можно использовать до уравнивания расхода и поддержания температуры на выходе подогревателя как в нормальных пределах, так и ненормальных рабочих условиях. В этой установке клапаны, редуцирующие давление 37 и 38, вместе с пароохладителями 35 и 36 обеспечивают гибкость в процессе холодного запуска,

горячего запуска, а также при пуске второго блока, в то время когда первый блок находится в работе. Это устраняет необходимость в сложной системе смешивания водяного пара. Установка и способ обеспечивают регулирование температуры подогрева водяного пара на выходе при изменяющихся условиях нагрузки.

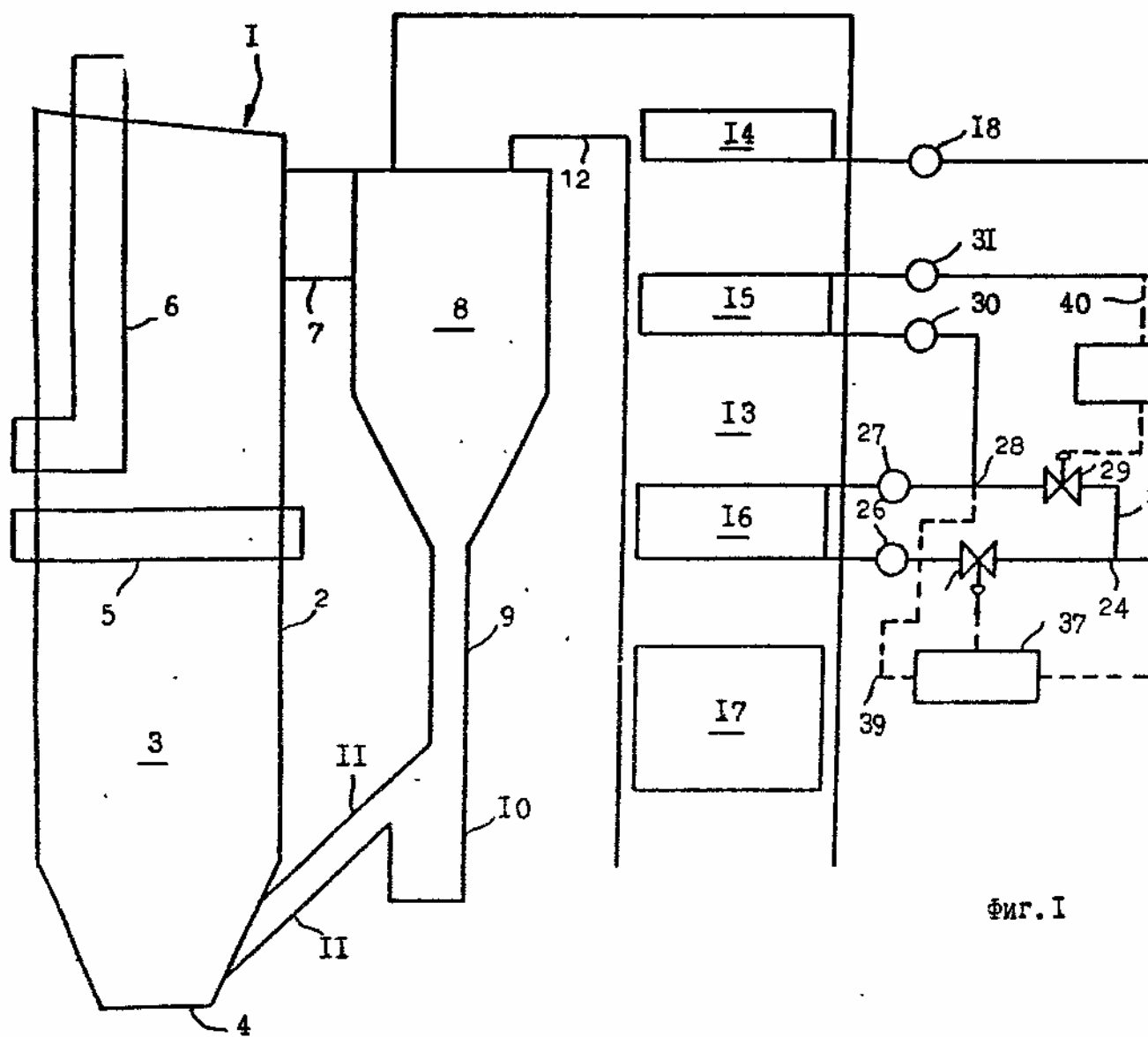
В ходе работы, с холодного пуска, сгорание начинается в камере сгорания 3 вводом топлива и воздуха, поступающего в камеру сгорания. Поскольку тепло образуется в результате сгорания, горячие газы, образующиеся при сгорании, движутся вертикально вверх в камеру сгорания, передавая тепло воде в пределах камеры сгорания и пароперегревателям 5 и 6. Горячие газы, продукты сгорания и твердые частицы проходят из камеры сгорания вдоль газохода 7 в горячий сепаратор 8, где твердые частицы отделяют для возврата в камеру сгорания. Горячие дымовые газы проходят по газоходу 12 в конвективный проход 13, где тепло отдается последовательно пароперегревателю 14, подогревателю 15 второй или конечной ступени и подогревателю 16 первой ступени. Поток горячего газа через систему начинается до расхода охлажденного потока. Котел разжигают и топливо горит в течение периода времени, обеспечивая образование горячих газов до образования водяного пара и пуска турбины. Охлажденный водяной пар подогрева не начинает проходить до тех пор, пока не пущена турбина.

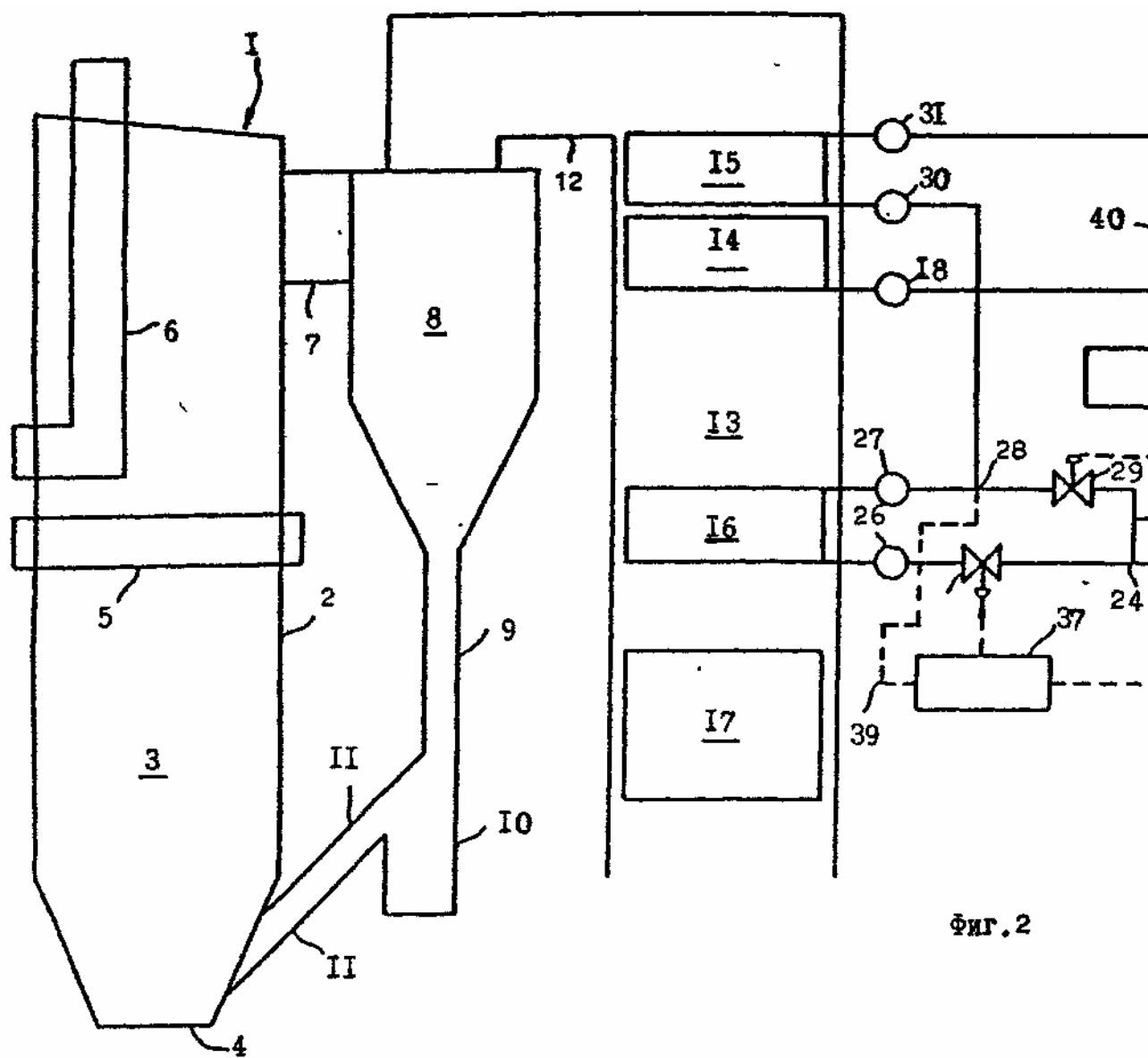
Поскольку горячие газы отдают свое тепло воде и водяному пару в водоохлаждаемых стенках, в пароперегревателях и подогревателях, температура падает так, что она уменьшается на каждой последующей ступени. Следовало бы отметить, что температура газа, выходящего на выходе из камеры сгорания, при полной нагрузке будет находиться в интервале от 843° до 927°С. Чем больше разница температур между газом и водой, тем больше будет теплоотдача, и тем холоднее будет газ, когда он проходит из соответствующего нагревателя.

Следовательно, когда газ проходит пароперегреватель 14, он будет иметь температуру ниже критической температуры для подогревателя 15 вплоть до некоторой нагрузки котла. Таким образом, при нахождении пароперегревателя 14 в газовом проходе впереди подогревателя 15, температура газа будет ниже критической температуры для подогревателя 15 до тех пор, пока не достигнута приблизительно 40-50% - нагрузка. В это время охлажденный водя-

ной пар пригоден для регулирования температуры в соответствии с настоящим изобретением. Это обстоятельство, не требующее расхода через подогреватель до 50%-ной загрузки блока, является другим преимуществом настоящего изобретения. Стандартные системы требуют наличия расхода через подогреватель на более ранних стадиях пуска (горячего или холодного) для предохранения их от прогара. Таким образом, необходимо использовать дорогостоящую байпасную систему. Однако при физическом размещении этой системы нет необходимости в байпасе и периоды пуска системы могут быть сокращены.

В вышеизложенном описании изобретения возможны другие модификации и изменения, и в некоторых случаях некоторые признаки могут быть использованы без соответствующего использования других характерных признаков. Соответственно, хотя настоящее изобретение иллюстрировано и описано по отношению к конкретному варианту, следует заметить, что в него могут быть внесены многочисленные изменения и модификации без отхода от идеи и объема изобретения, изложенного в формуле изобретения.





Фиг. 2

