

Изобретение относится к энергетике, в частности к установкам, использующим преимущественно газ для совместного производства теплоты, холода и электрической энергии.

Газ относится к наиболее просто и с наименьшими потерями используемым видам топлива. Разведанные запасы природного газа составляют не менее 60 лет. Поэтому представляется возможность доставки и использования этого топлива к местам потребления, даже в сравнительно ограниченном количестве. Еще более перспективно использование возобновляемых источников местного топлива - биогаза.

Существующие системы использования газа для получения тепла в открытых очагах, отопительных печах и малых котлах наносит экологический ущерб и приводит к существенным потерям энергии, поэтому уже сейчас применяются установки по совместной выработке силовой и тепловой энергии с помощью серийно выпускаемых блок-станций и микро-ТЭЦ, расположенных вблизи от потребителей.

Одним из быстро растущих потребителей электроэнергии является холодильная промышленность. Уже сейчас около 10% вырабатываемой электростанциями энергии затрачивается на производство искусственного холода. Напршивается мысль создания установок для совместного производства электроэнергии, теплоты и холода. Включение производства холода в системы энергетических установок способно не только сберечь выработанную электроэнергию и повысить производство теплоты, но и увеличить производство электроэнергии для остальных ее потребителей.

Энергосберегающие установки, производящие электроэнергию, теплоту и холод, работают либо на отходящем газе двигателей внутреннего или внешнего сгорания, либо (для малых мощностей) на сжигаемом в горелках газе. Все системы для совместной выработки силовой энергии, теплоты и холода имеют два контура: силовой и холодильный.

Известна установка [1], взятая в качестве прототипа, которая содержит силовой и холодильный контуры, работающие на одном хладагенте. Силовой контур состоит из расположенных последовательно из турбины, регенеративного теплообменника, конденсатора, питательного насоса и кипятильника. К конденсатору силового контура присоединен холодильный контур, состоящий из компрессора, испарителя и дроссельного вентиля, причем компрессор приводится в движение турбиной силового контура, образуя турбоагрегат.

Недостатком прототипа является то, что выработанная силовая энергия используется для производства холода, а полученная теплота является побочным продуктом работы установки и ее выработка регулированию не подвергается. Силовой контур прототипа работает на давлениях, меньше критического, что приводит к большим внешним необратимостям в процессах, проходящих в кипятильнике.

Техническая задача, на решение которой направлено предполагаемое изобретение, заключается в возможности выработки в одной установке трех видов энергии: электричества, теплоты и холода при использовании двух рабочих веществ: горючего газа и хладагента, одинакового для силового и холодильного контуров.

Изобретение позволит повысить экономичность установки за счет теплоиспользующего характера холодильного контура, дающего возможность получать холод без затрат электроэнергии, а также сократить внешнюю необратимость силового контура установки, переведя его работу на сверхкритические давления, но в целом повысит электрический КПД установки.

Это достигается установкой генеративного теплообменника в силовом контуре параллельно кипятильнику, что позволит путем регенерации тепла пара хладагента, отработавшего в турбине, осуществлять силовой цикл на сверхкритических давлениях и присоединением к конденсатору силового контура абсорбционной холодильной машины, состоящей из переохладителя, парожидкостного теплообменника, дроссельного вентиля, испарителя, соединенных линией хладагента и термохимического компрессора, состоящего из абсорбера и генератора с ректификатором-дефлегматором, соединенных между собой линиями крепкого раствора через насос и теплообменник растворов и слабого раствора - через дроссельный вентиль и теплообменник растворов. Присоединение абсорбционной холодильной машины дает возможность, кроме холода, вырабатываемого в испарителе, получить дополнительно теплоту абсорбции с потенциалом, превышающим потенциал теплоты конденсации.

На чертеже представлена схема теплосилового холодильной установки.

Установка содержит кипятильник 1, пароперегреватель 2, питательный насос 3, конденсатор 4, паровую турбину 5, регенеративный теплообменник 6, переохладитель 7, парожидкостный теплообменник 8, испаритель 9, абсорбер 10, теплообменник растворов 11, генератор 12, дефлегматор-ректификатор 13, насос крепкого раствора 14, дроссельные вентили 15 и 16, трубопроводы 17 и 18, теплообменник-утилизатор 19, камеру сгорания топлива 20. Эти элементы объединены в двух контурах: силовом и холодильном. В силовом контуре линиями хладагента последовательно соединены конденсатор 4, питательный насос 3, кипятильник 1, пароперегреватель 2, паровая турбина 5, регенеративный теплообменник 6 полостью низкого давления. Кроме того, полость высокого давления регенеративного теплообменника 6 на входе соединена трубопроводом 17 с линией хладагента после питательного насоса 3, а на выходе - трубопроводом 18 с линией хладагента после кипятильника 1. В холодильном контуре линиями хладагента последовательно соединены генератор 12 с ректификатором-дефлегматором 13, конденсатор 4, переохладитель 7, парожидкостный теплообменник 8, дроссельный вентиль 16, испаритель 9 и абсорбер 10. Абсорбер 10 присоединен к генератору линией слабого раствора через теплообменник растворов 11 и дроссельный вентиль 15, а линией крепкого раствора через насос крепкого раствора 14 и теплообменник растворов 11.

Установка работает следующим образом.

В кипятильнике 1 хладагент кипит при сверхкритическом давлении и полученный пар перегревается в пароперегревателе 2. Питание кипятильника 1 жидким хладагентом производит питательный насос 3 из конденсатора 4. Обогрев пароперегревателя 2 и кипятильника 1 производится топливным газом, движущимся в противоток хладагенту. Перегретый пар хладагента из пароперегревателя 2 поступает в паровую турбину 5 для производства механической (силовой) энергии. Выходящий из турбины пар в перегретом состоянии поступает в регенеративный теплообменник 6, где охлаждается. Теплота пара передается части жидкого хладагента, отводимого после насоса 3 по трубопроводу 17. Превращенный в регенеративном

теплообменнике 6 пар хладагент подается в пароперегреватель 2 по трубопроводу 18. Охлажденный в регенеративном теплообменнике 6 пар после паровой турбины сжижается в конденсаторе 4. Часть жидкого хладагента из конденсатора 4 направляется в переохладитель 7. Переохладитель 7, так же как и конденсатор 4, охлаждается водой (или воздухом). Выходящий из переохладителя 7 хладагент дополнительно охлаждается в парожидкостном теплообменнике 8 и через дроссельный вентиль 16 подается в испаритель 9, где кипит при низком давлении, производя холодильный эффект. Пар из испарителя 9 через парожидкостной теплообменник 8 направляется в абсорбер 10, где поглощается слабым раствором. Выделяемое при этом процессе тепло отводится водой (или воздухом). Образовавшийся крепкий раствор из абсорбера 10 подается насосом крепкого раствора 14 через теплообменник растворов 11 в генератор 12. Часть крепкого раствора, минуя теплообменник растворов 11, направляется на охлаждение дефлегматора-ректификатора 13. Слабый раствор из генератора 12 через теплообменник растворов 11 и дроссельный вентиль 15 возвращается в абсорбер 10. Горючий газ после последовательного обогрева пароперегревателя 2, кипятильника 1 и генератора 12 направляется в теплообменник-утилизатор 19 для нагрева воды, последовательно охлаждавшей переохладитель 7, конденсатор 4 и абсорбер 10.

Указанные отличительные признаки влияют на решение поставленной задачи -совместное производство силовой (электрической) энергии, теплоты и холода за счет последовательного использования теплоты сгорания топлива в силовом контуре для производства электроэнергии и теплоты и далее в холодильном контуре для производства холода и теплоты. Окончательная утилизация теплоты сгорания топлива происходит в теплообменнике-утилизаторе для повышения потенциала теплоты, выработанной в силовом и холодильных контурах одновременно.

