

УДК 631

4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ГАЗИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ДОМА

Харченко Павел Михайлович
к.т.н., доцент, доцент кафедры

SPIN-код 4075-3151

1960324@mail.ru

ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Семина Александра Алексеевна
Студентка факультета механизации
ALECSANDRASEMINA03@BK.RU
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Сжиженные углеводородные газы (СУГ) служат эффективным топливом для организации газоснабжения отдельных жилых строений. Данный вид топлива широко востребован в сельской местности, где отсутствует возможность подключения к магистральным газопроводам из-за значительной удалённости и особенностей застройки (преимущественно малоэтажной и низкоплотной). Поставки СУГ осуществляются циклически, обеспечивая формирование необходимых топливных запасов на заданный временной интервал. При проектировании систем газоснабжения требуется подбор оптимальных конфигураций баллонных установок и расчёт технических параметров резервуарного оборудования, с учётом плотности размещения потребителей в зоне газораспределения. Для баллонных систем применяются стандартные 27- и 50-литровые ёмкости, предназначенные для индивидуального использования. В случае резервуарного хранения используются ёмкости объёмом 2,5-5 м³. При организации газоснабжения сельских населённых пунктов оптимальным решением является централизованная резервуарная установка, обслуживающая весь посёлок. Для газоснабжения жилых зданий, включающих до 270 квартир (из них не более 100 с проточными водонагревателями), экономически обосновано применение резервуарных установок с естественным испарением. При увеличении количества обслуживаемых квартир выше указанного предела необходимо внедрение систем с принудительным испарением СУГ. При выборе между баллонным и резервуарным вариантами газоснабжения в сельских населённых пунктах руководствуются нормативными показателями, установленными в СНиП 2.04.08 "Газоснабжение индивидуальных жилых домов". Данный

UDC 631

4.3.1 Technologies, Machinery, and Equipment for the Agricultural Industry (technical sciences, agricultural sciences)

GASIFICATION OF A RURAL HOUSE

Kharchenko Pavel Mikhailovich
Candidate of Engineering sciences, associate professor, department associate professor
RSCI SPIN-code 4075-3151

1960324@mail.ru

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Semina Alexandra Alekseevna
Student of the Faculty of Mechanization
ALECSANDRASEMINA03@BK.RU
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Liquefied hydrocarbon gases (LHG) serve as an efficient fuel for organizing gas supply to individual residential buildings. This type of fuel is in high demand in rural areas where connection to main gas pipelines is impossible due to significant remoteness and development features (predominantly low-rise and low-density). LHG supplies are carried out cyclically, ensuring the formation of necessary fuel reserves for a given time interval. When designing gas supply systems, it is necessary to select optimal configurations of cylinder installations and calculate technical parameters of tank equipment, taking into account the density of consumer locations in the gas distribution zone. For cylinder systems, standard 27- and 50-liter containers are used, designed for individual use. In case of tank storage, containers with a volume of 2.5-5 m³ are used. When organizing gas supply for rural settlements, the optimal solution is a centralized tank installation serving the entire village. For gas supply to residential buildings with up to 270 apartments (of which no more than 100 have instantaneous water heaters), the use of tank installations with natural evaporation is economically justified. When the number of serviced apartments exceeds the specified limit, it is necessary to implement systems with forced evaporation of LHG. When choosing between cylinder and tank options for gas supply in rural settlements, the normative indicators established in SNiP 2.04.08 "Gas supply of individual residential houses" are followed. This regulatory document contains regulated parameters for determining optimal application zones for each gas supply method. In rural settlements with low building density, cylinder gas distribution systems are predominantly used. The installation of tank gas supply is economically justified only in cases where: the distance to gas filling stations exceeds 150 km; there are no hard-surfaced roads ensuring regular

нормативный документ содержит регламентируемые параметры для определения оптимальных зон применения каждого из способов газоснабжения. В сельских населённых пунктах с низкой плотностью застройки преимущественно используют баллонные системы газораспределения. Установка резервуарного газоснабжения экономически оправдана только в случаях, когда: расстояние до газонаполнительных станций превышает 150 км; отсутствуют дороги с твёрдым покрытием, обеспечивающие регулярный подвоз баллонов

cylinder delivery

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОПАН-БУТАНОВАЯ СМЕСЬ, ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ, ГАЗОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЕМКОСТЬ

Keywords: PROPANE-BUTANE MIXTURE, SATURATED VAPOR PRESSURE, GAS SUPPLY, CAPACITY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-209-044>

При строительстве дома всегда возникает вопрос о выборе энергии, питающей дом. На данный момент рациональным и оптимальным вариантом является природный газ. Газификация во многих районах России очень низкая. Отопление частных домов электрической энергией и дизельным топливом очень дорого. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) также является очень дорогим, поэтому мы предлагаем использовать газоснабжение каждого дома отдельно, используя при этом сжиженную пропан-бутановую смесь

На сегодняшний день самой реальной альтернативой газопроводу является система автономного газоснабжения.

Что собой представляет система автономного газообеспечения? Она представляет собой отдельно находящийся бак с топливом, саму газовую смесь, которая передается к помещению с помощью специального газопровода, щит для подключения различного оборудования и само оборудование.

Все помнят красный газовый баллон с пропаном, который клали в багажник автомобиля, приезжали на дачу и от него получали газ для газовой плиты и для других нужд. В принципе, ничего не изменилось, это

<http://ej.kubagro.ru/2025/05/pdf/44.pdf>

тот же самый газовый баллон, только большой и располагается уже не в багажнике автомобиля, а, как правило, подземно. От него прокладывается газопровод до дома. Для потребителя это тот же газ, который в трубе. Данный газовый источник способен обеспечивать работу всего спектра газопотребляющего оборудования - от бытовых плит до отопительных котлов и электрогенерирующих установок. С точки зрения потребительских характеристик, различия между видами газа становятся заметны только при детальном анализе их термодинамических и химических параметров.

В качестве энергоносителя в данных системах применяется сжиженная пропан-бутановая смесь (СПБТ), являющаяся продуктом переработки нефтяного сырья. Этот газ представляет собой специализированную смесь, получаемую путем ректификации нефтепродуктов, либо из попутного нефтяного газа. Смесь состоит из двух компонентов - пропана и бутана, при этом первый испаряется при температурах до -35°C , а второй только при положительных значениях. Благодаря этому газовая фаза пропана сохраняется даже зимой, а летом для поддержания оптимального давления в системе пропановую фракцию смешивают с бутановой, так как бутан обеспечивает более стабильное давление насыщенных паров при высоких температурах. В зависимости от времени года соотношение этих двух компонентов может быть различным.[1]

Это углеводородный газ, он похож на тот газ, который мы получаем по трубе. Благодаря отличной сжижаемости, этот газ удобен в хранении - даже небольшие емкости обеспечивают длительный запас топлива. Природный газ в этом отношении менее практичен: его сжижение сложнее, требует дорогого объемного оборудования, поэтому в частном секторе не применяется. Основная сфера его использования - крупные

промышленные объекты. Для загородного жилья ничего лучше, чем сжиженный газ, на сегодняшний день, не придумали.

Чистое горение дает возможность использование этой смеси газов в жилых и производственных помещениях, а также ее можно использовать в качестве топлива для автомобилей.[2]

Газ становится не жидким прямо в сосуде. Сосуд заполняется сжиженным газом – жидкой фазой пропан-бутановой смеси. Заполняется на 85%, а оставшиеся 15% - это поверхность испарения и она является, грубо говоря, хранилищем паровой фазы. Газ постоянно испаряется, температура кипения пропана -40 градусов, бутана 0 градусов. В летнее время испаряются оба топлива, в зимнее время раньше испаряется, конечно, пропан. Испарение происходит прямо в сосуде, на крышке емкости стоит группа понижения давления, поскольку в сосуде давление высокое, а на потребитель надо давать низкое. Группа редуцирования стоит прямо на крышке емкости. Низкое давление пропан-бутановой смеси поступает уже как обычный газ на газоиспользующее оборудование.

Принцип устройства системы автономного газоснабжения прост. Мы уже рассказывали о нем. Поскольку речь идёт о газе есть определённые требования, которые необходимо соблюдать при установке такого оборудования.

Газовую емкость можно установить почти везде, но, безусловно, в соответствии с правилами безопасности и СНиП. Существует 3 основных ограничения:

1. Нельзя устанавливать газовые емкости ближе 10 метров от строения.
2. Ограничение по удаленности от электропроводов.
3. Водоохранная зона

Использовать автономную систему газоснабжения можно не только для отопления дома.

Систему автономного газоснабжения дома можно использовать для любого оборудования, которое необходимо для комфортного жилья, это: котлы, которые позволяют получать отопление и горячее водоснабжение; газовые плиты; газовые генераторы, которые помогают при недостатке электроэнергии, когда обрываются электропровода под толстым слоем снега и т.д.; так же устанавливают газовые камины – это дешево, красиво и экологично.

Основой автономного газоснабжения является емкость, где хранится сжиженный газ. Техническое название этой емкости - газгольдер, к которому предъявляются определенные требования.

Поскольку речь идет о высоком давлении сжиженного газа, то, естественно, необходима стальная емкость, толщина стенки почти 10 мм. Она рассчитана под это давление, ничего с ней не может произойти. Снаружи данный сосуд покрыт полимер-эпоксидным покрытием, это покрытие защищает сосуд от гниения, от коррозии. Так же комплектуется анодно-катодной защитой, что позволяет сместить электрический потенциал подземных блуждающих токов со стального сосуда на протектор, то есть гниет протектор, сосуд не корродирует в принципе. При правильном монтаже ничего с ним не происходит. Минимальный срок службы – 30 лет. Что касается размеров, то для частного сектора используется 2 типа размера: сосуд 4,6 кубических метра и 8,5 кубических метров. В конце концов, если дом совсем большой, то можно поставить два таких сосуда. В принципе, предела нет, можно отопить любого размера здание.

Верхний технологический узел резервуара включает горловину, где смонтирован комплекс предохранительных и регулирующих устройств: измеритель уровня, редукционный блок и заправочная арматура. Расположение газгольдеров может быть подземным и надземным, но в

суровых зимних условиях эти емкости всегда нужно располагать ниже глубины промерзания почвы.[3]

Для частного домостроения используются подземные сосуды, так как у нас не настолько теплый климат, чтобы емкость ставить на поверхность. Зима показывает, что чем холоднее на улице, тем меньше испарения в сосуде. Поэтому сосуды заглубляются в землю, более того, используется высокая горловина. Это позволяет еще на полметра ниже глубины промерзания опустить сосуд. Земля ниже 1,5 метров всегда имеет положительную температуру и в эту температуру помещается основная часть топлива. Фактически всегда происходит испарение внутри сосуда. Это первый и основной фактор. Второй, немаловажный, если ставить наземный сосуд, то, во-первых, он не добавляет красоты и портит ландшафт, во-вторых, при наземном размещении взрывобезопасные зоны больше в 2 раза, нежели чем при подземном размещении.

Достаточно сложным элементом автономной системы является испаритель газа. Будучи очень сложным оборудованием, он повышает способность системы к работе и уменьшает затраты. Однако в средней полосе России обычно испарители газа не используют.

Испарительная установка представляет собой теплообменное оборудование, предназначенное для интенсификации процесса фазового перехода жидкой фазы в газообразную. По принципу действия различают: электрические испарители (с прямым нагревом); жидкостные испарители (с теплоносителем - водой или антифризом)

В автономных системах частных домовладений применение испарителей экономически нецелесообразно, так как аналогичного эффекта можно достичь увеличением количества резервуаров при сопоставимых капитальных затратах

Перед установкой газгольдера производят проектные работы. При этом изготавливаются специальные чертежи и проектную документацию.

В соответствии с технологическим регламентом работы выполняются в следующей последовательности: подготовительный цикл (земляные работы); основной цикл (монтажные и наладочные работы)

При подземном размещении сосудов вырывается котлован, заливается бетонное основание. Но это не просто подставка, это, грубо говоря, якорь. Емкость крепится к этому якорю, поскольку она даже в заполненном состоянии имеет положительную плавучесть и грунтовые или осевшие воды могут выдавить бочку на поверхность. Если бочку выдавит на поверхность, то порвется газопровод, а это уже авария. Поэтому по всем правилам необходимо делать так, чтобы бочка никуда не всплыла. Для этого отливается бетонное основание, оно, естественно, рассчитывается, в проекте указывается его точный размер и масса, все делается для того, чтобы сосуд остался под землей. Что касается безопасности налива, слива и регулирования давления находится под кожухом, сверху закрывается крышкой и, тем самым, страхуется вся арматура от попаданий пыли, грязи и посторонних предметов. То есть под землей нет ни одной металлической детали. Все металлические части газопровода расположены выше земли, и они изолированы.[4]

Крепление газгольдера к бетонному блоку осуществляется специальными текстильными стропами, которые не гниют и не деформируются. Трубы, которые используют для газопровода от газгольдера к помещению, выполняются из специального материала. В качестве него могут быть использованы полиэтиленовые трубы, так как они являются очень долговечными. При этом может использоваться муфтовая сварка. Так же рядом с газгольдером используются специальные приспособления, которое называется конденсатосбор. Он представляет собой устройство, в котором газовая фаза пропан-бутана переходит в сжиженное состояние и поступает в конденсатосборник, который располагается ниже уровня конденсатосбора.

Частный объект монтируется один день. Привозится сосуд на готовый котлован и в течении одного дня монтируется, включая сосуд, газопровод, контрольно-распределительный пункт и цокольный ввод в дом. Пуско-наладочные работы производятся в тот же день, в те же сроки. Они включают в себя: опрессовку газопровода, заправку с газовоза в емкость и, в принципе, система готова к эксплуатации.

Многие считают, что сжиженный газ имеет значительное преимущество перед электрической энергией и дизельным топливом. Система сжиженного газа является оптимальной, долговечной, а также не вредит природе.

Сравнивать с природным газом бессмысленно, потому что он просто дешевле, но не всегда есть возможность его получить. Во всех остальных случаях данная система является оптимальной. Во-первых автономность - нет зависимости ни от кого.

В отличие от дизельного топлива пропан-бутановая смесь стоит в два раза дешевле.

Экологичность – тут вообще не может быть никаких сравнений, потому что солярка все равно прольется, как бы хорошо не был выполнен котел, запах все равно будет чувствоваться. Количество серы, которое существует в выхлопе от дизельных котлов, смешиваясь с влагой образует практически серную кислоту. Так же газовый котел работает бесшумно, в отличие от дизельного.

Всегда если дома или рядом с ним устанавливается газовое оборудование и в процессе жизнедеятельности используется газ возникает закономерный вопрос: насколько безопасна система?

При правильном и грамотном проектировании и квалифицированном монтаже с системой ничего не произойдет.

По сравнению с природным газом, расходы на отопление сжиженным газом выше незначительно, но все же значительно дешевле,

чем при использовании электричества или солярки. Подводка к дому магистрального газа значительно дороже, чем закупать оборудование для сжиженного газа. При этом важную роль играет то, что если дом в будущем будет подключаться к природному газу оборудование для отопления менять не придется, а обслуживание автономной системы производить не надо. Необходимо чтобы в резервуаре всегда находился сжиженный газ.

Если все сделано правильно, квалифицированными специалистами на хорошем, качественном оборудовании, то эта система в обслуживании не нуждается, только в заправке. Заправка осуществляется очень просто, сейчас существует масса компаний, которые по звонку пришлют газовоз, от него кидается шланг на бочку, есть заправочный клапан, это все герметично соединяется. Более того, на шланге с двух сторон стоят краны, которые перекрывают после окончания заправки. В данном случае пролив газа минимален. Если взять, к примеру, средний дом, площадью 300 квадратных метров, то одной заправки сосуда 4,6 кубических метра должно хватать на отопительный сезон. Конечно, это зависит от режима проживания, от количества проживающих людей, от качества утепления. Если дом хорошо утеплен, то расход будет очень небольшой. Заправив емкость в ноябре, можно прожить до марта-апреля.[5]

Жить в собственном доме мечта и цель многих из нас. При покупке земельного участка под застройку желательно, чтоб к нему был подведен природно-магистральный газ. Но цена таких участков на порядок выше, да и предложение слишком ограничено. Что делать, если приобрели идеальный участок в живописном месте где газификация запланирована через многие годы. Можно топить дом дизельным топливом или электричеством, но затраты получаются солидными. Во всем мире давно уже в качестве энергоносителя используют сжиженный газ. Россия только открывает для себя автономные системы газообеспечения.

На западе очень распространены такие системы, но у них законы другие. Например, в Германии сосуды ставятся на крыши мансард, в гаражи, прямо под окна с целью экономии земли

В заключение скажем о том, как размещать автономное газообеспечение, чтобы она работала исправно и без перебоев. Для этого нужно устойчивое бетонное основание для крепления газгольдера. Так как он имеет положительную плавучесть, его необходимо закреплять текстильными стропами. При этом сам резервуар надо размещать ниже глубины промерзания почвы. Сам газопровод выполняется из двух видов труб: металлические и полиэтиленовые. Предпочтение отдается полиэтиленовым трубам, так как их срок службы выше. Пропан-бутановая смесь дороже природного газа, но дешевле электрической энергии и дизельного топлива. При сгорании пропан-бутановой смеси не наносится вред окружающей среде.

Список литературы:

1. Харченко П.М. Экспериментальное исследование плотности и давления насыщенных паров нефтепродуктов [Текст] / П.М.Харченко // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Азербайджанский ордена Трудового Красного Знамени институт нефти и химии им. М. Азизбекова.- Баку, - 1988.-22с.
2. Харченко П.М. Исследование плотности и давления насыщенных пород нефтяных фракций [Текст] / П.М. Харченко, В.П.Тимофеев // Труды КубГАУ. – 2012. – № 39. – С. 140-142.
3. Харченко П.М. Методы исследования давления насыщенных паров и экспериментальные установки / П.М.Харченко,В.П.Тимофеев,Д.С.Чижов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2015. – № 106. – С. 1000 – 1012.
4. Харченко П.М.Обобщение экспериментальных данных по исследованию бензиновых нефтяных фракций / П.М.Харченко, В.П.Тимофеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2014. –№ 99. – С. 460 – 483.
5. Харченко П. М. Определение критических параметров нефтяных фракций/ П. М. Харченко, В.П.Тимофеев// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. Краснодар. -2014.- №103(09).-с.973-982

References

1. Xarchenko P.M. E`ksperimental`noe issledovanie plotnosti i davleniya nasy`shhenny`x parov nefteproduktov [Tekst] / P.M.Xarchenko // avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata texnicheskix nauk / Azerbajdzhanskij ordena Trudovogo Krasnogo Znameni institut nefti i ximii im. M. Azizbekova.- Baku, -1988.-22s.
2. Xarchenko P.M. Issledovanie plotnosti i davleniya nasy`shhenny`x porod neftyany`x frakcij [Tekst] / P.M. Xarchenko, V.P.Timofeev // Trudy` KubGAU. – 2012. – № 39. – S. 140-142.
3. Xarchenko P.M. Metody` issledovaniya davleniya nasy`shhenny`x parov i e`ksperimental`ny`e ustanovki / P.M.Xarchenko,V.P.Timofeev,D.S.Chizhov // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [E`lektronny`j resurs]. – 2015. – № 106. – S. 1000 – 1012.
4. Xarchenko P.M.Obobshhenie e`ksperimental`ny`x dannyx po issledovaniyu benzinovy`x neftyany`x frakcij / P.M.Xarchenko, V.P.Timofeev // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [E`lektronny`j resurs]. – 2014. –№ 99. – S. 460 – 483.
5. Xarchenko P. M. Opredelenie kriticheskix parametrov neftyany`x frakcij/ P. M. Xarchenko, V.P.Timofeev// Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [E`lektronny`j resurs]. Krasnodar. - 2014.- №103(09).-s.973-982