

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ГАЗА С ЦЕЛЬЮ КОМПЕНСАЦИИ ПИКОВЫХ НАГРУЗОК ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ

Дядичкин А.Ф.

УП «Инженерный центр «ОО «Боим»

1. Характеристика режимов потребления газа

Режим равномерного во времени поступления газа в газопроводную сеть городов и населенных пунктов при неравномерном отборе его потребителем характеризуется сезонными, внутримесячными и внутрисуточными колебаниями расходов газа. Неравномерное потребление газа по месяцам года, дням недели и часам суток вызывается различными факторами: климатическими условиями и удельным весом отопительной нагрузки в суммарном газопотреблении, организацией трудового уклада и быта населения, уровнем санитарного благоустройства жилищ и характера городской застройки, режимом работы промышленных и коммунально-бытовых предприятий и характеристикой их оборудования.

Сезонная неравномерность газопотребления присуща всем категориям потребителей, но наибольшей неравномерностью характеризуется отопительная нагрузка, которая изменяется соответственно с температурой наружного воздуха.

В основу оценки сезонной неравномерности расходов газа принимается годовой график потребления газа городом по месяцам года, на основании которого определяется ее объем, а следовательно, и требуемая емкость газохранилища.

Объемы сезонной неравномерности не однозначны и зависят от климатических условий и удельного веса отопительной нагрузки в суммарном газопотреблении.

Расчеты, выполненные на основании данных режимов потребления газа Минском за несколько

лет, показали, что их значения отличались в широком диапазоне от 7,8 до 14,9 % от годовых потреблений газа.

Внутримесячные колебания расходов газа промышленным городом, также как и сезонные, вызываются отопительной нагрузкой, но после окончания отопительного сезона потребление газа становится достаточно стабильным за исключением выходных и праздничных дней. В такие дни расход заметно снижается, т. к. большинство предприятий, обладающих большим удельным весом в балансе расхода газа, значительно уменьшают или полностью прекращают его потребление.

Объемы внутримесячной неравномерности газопотребления, согласно данным графиков суточных расходов газа в различные месяцы года и как показал расчет, в г. Минске в зимний период он может возрасти до 2,6 % от месячного расхода.

Внутрисуточная неравномерность газопотребления характеризуется небольшим объемом, но довольно значительным отклонением пиковых нагрузок от среднечасовых. Обычно «провал» нагрузки, т. е. период, когда средний часовой расход потребителем превышает текущий расход, заканчивается в 7 ч. В начале рабочего дня потребление газа возрастает и достигает максимума к 9–10 ч. Период «пик» нагрузки газопотребления, как правило, длится 14–15 ч.

Наибольшей неравномерностью потребления газа характеризуются промышленные предприятия. В несколько меньшей мере на внутрисуточные колебания расходов газа влияют

коммунально-бытовые предприятия. Расходы газа на отопление в течение суток, за исключением периодов резких похолоданий или потеплений, практически остаются неизменными. Подобный режим потребления газа наблюдается во всех крупных промышленных городах.

2. Способы регулирования неравномерности газопотребления

Для регулирования сезонной, внутримесячной и внутрисуточной неравномерности газопотребления необходимо не только создавать резервные запасы газа, но и обеспечить условия их хранения.

Подземные хранилища газа используются для регулирования сезонной неравномерности газопотребления. Они сооружаются в основном в геологических структурах с водоносными пористыми пластами или в выработанных пластах «нефтяных» и газовых месторождений и в истощенных отложениях каменной соли.

В период избытка газа в летний период газ закачивается в скважины газохранилища, где накапливается и в период повышенного спроса зимой возвращается потребителям. Такой режим работы позволяет круглогодично обеспечить более полную загрузку магистральных газопроводов.

Работа подземного газохранилища подобна работе газового промысла с той только разницей, что скважины хранилища попеременно истощаются при отборе из него газа и заполняются газом во время и после закачки. Отбор газа из хранилища, также как из скважины газового промысла, осуществляется равномерно по часам суток и в режиме компенсации кратковременных пиковых нагрузок внутримесячной и внутрисуточной неравномерности не используются.

Подземное газохранилище не может использоваться в качестве автономного источника газоснабжения, способного оперативно обеспечить поставку газа в аварийных ситуациях летом во время закачки газа и зимой в связи с ограниченной вместимостью.

Например, Осиповичское и Прибугское хранилища вмещают в себя около 680 млн. м³ газа. Потребность республики Беларусь в газе зимой составляет до 100 млн. м³ в сутки. Подземное газохранилище нельзя рассматривать как отдельный объект в газоснабжаемом регионе, обособленном от единой транспортной системы магистральных газопроводов.

Осиповичское, Прибугское и предполагаемое в перспективе в пластах Васильевской водоносной структуре Гомельской области хранилища

газа планировались в составе функционирования всей Единой Газотранспортной системы бывшего Советского союза, а не только для системы магистральных газопроводов «Западтрансгаз».

Громадные затраты, связанные с транспортировкой и хранением газа, включают в себя не только затраты на изыскание необходимых геологических структур для сооружения подземного газохранилища, но и на прокладку газопроводов от хранилища до потребителя.

На наш взгляд, вопросы целесообразности сооружения газохранилища в Васильевской водоносной структуре Гомельской области требует серьезной проработки.

Аккумулирующая способность магистральных газопроводов используется для краткосрочного регулирования внутримесячной и внутрисуточной неравномерности газопотребления.

Процесс аккумуляции избытка газа в газопроводе осуществляется с началом периода низкого отбора газа потребителями. Затем накопленный за ночные часы газ поступает к потребителю в период высокого газопотребления.

Объем газа, аккумулируемого в газопроводе за период «провала» нагрузки газопотребления, определяют по данным диспетчерского графика газоснабжения города или можно определить по уравнению (1)

$$V_a = \frac{2}{3}t(q_{cp} - q_{min}), \quad (1)$$

где V_a — объем газа, аккумулируемого в газопроводе, м³; t — время аккумуляции газа, ч; q_{cp} , q_{min} — среднечасовой и минимальный расходы газа, м³.

Уравнение позволяет выполнить расчеты параметров режима работы действующих и проектируемых систем газоснабжения.

Сопоставление фактических по графику и расчетных по уравнению (1) значений объемов аккумулируемого газа дают хорошую сходимость результатов [1].

Сооружение подземного газохранилища требует значительных капитальных вложений, в то время как хранение газа в трубопроводах, работающих в режиме аккумуляции резервных запасов газа, не связано с какими-либо капитальными затратами.

Геометрические размеры трубопроводов дальнего транспорта газа должны определяться с учетом использования их аккумулирующей способности уже на стадии проектирования.

Однако действующие нормы технологического проектирования предусматривают технические

решения, в основе которых лежит стационарный режим газопередачи без учета использования аккумулирующей способности газопровода.

Использовать газопроводы для хранения избытков газа при неравномерном его потреблении можно лишь в том случае, если они являются концевыми участками газифицированных городов либо участками, соединяющими подземное газохранилище с потребителем.

В городах, расположенных по трассе магистрального газопровода между компрессорными станциями, когда газопровод не может быть использован в качестве компенсатора пиковых нагрузок, возможно создавать устройства резервирования избытков газа из труб-резервуаров.

Трубы-резервуары могут прокладываться в земле в виде батарей из обрезков стальных бесшовных труб или закольцованных труб, сваренных в одну или несколько ниток вблизи газораспределительной станции магистрального газопровода или на территории газоёмких объектов газопотребления.

Газораспределительная станция (ГРС) или газорегуляторный пункт (ГРП) будут неизменно подавать газ в газораспределительную городскую сеть, в трубы-резервуары и газопровод объектов газопотребления.

В ночные часы периода «провала» нагрузки газопотребления расход газа сократится и весь избыток газа останется в трубах-резервуарах. В часы периода высокого газопотребления («пик» нагрузки) поступивший в газопровод от НРС или ГРП газ и дополнительно накопленный в трубах-резервуарах будет подаваться потребителям. При необходимости долгосрочного хранения газа он будет нагнетаться компрессором летом, храниться в трубах-резервуарах и затем подаваться потребителям в период повышенного спроса зимой. В этом случае устройство резервирования газа кроме труб-резервуаров будет включать в себя компрессор для сжатия газа и регулятор давления для ступенчатого снижения давления до рабочего, обеспечивающего нормальную работу горелок. Геометрические размеры (диаметр, протяженность) труб-резервуаров должны быть рассчитаны так, чтобы максимальное давление в трубах-резервуарах к концу полного заполнения их газами в период «провала» нагрузки не могло превысить давление, установленное на выходе из ГРС.

Резервный объем газа в трубах-резервуарах найдем из уравнения (2):

$$V_p = \frac{2874}{T_{cp}}(V_0 - V_a)(P_1 - P_2), \quad (2)$$

где V_p — резервный объем газа, м³; V_0 — геометрический объем труб-резервуаров, м³; V_a — объем аккумулируемого газа за период «провала» нагрузки, м³; P_1, P_2 — давление на входе в трубы-резервуары и выходе из нее, МПа; T_{cp} — средняя температура газа, °С.

В ряде стран дальнего зарубежья для компенсации пиковых нагрузок газопотребления производится и используется сжиженный природный газ. Завод по производству сжиженного природного газа (метана) имеется в Российской Федерации.

Сжиженный природный газ (СПГ) может использоваться в качестве автономного источника газоснабжения при ликвидации аварийных ситуаций.

Сжижение природного газа производится при температуре –162 °С на заводе, в схему технологического оборудования которого входят установки для сжижения, регазификации газа и газохранилище. В процессе сжижения газа выделяются из него ценные компоненты — гелий и этан. На завод природный газ поступает под давлением 3,5–5,0 МПа, где он последовательно очищается, охлаждается и дросселируется относительно при малых энергозатратах.

Основное преимущество сжиженного природного газа заключается в том, что при сжижении газа объем его уменьшается в 600 раз. Это позволяет при относительно небольшой емкости хранилища СПГ обеспечить поставку необходимого количества регазифицированного газа. Так, хранилище СПГ в хранилище емкостью 30 тыс. м³ будет эквивалентно хранению 17,5 млн. м³ газообразного природного газа. Заполняться хранилище СПГ может в течение летнего периода и храниться при низком давлении в хорошо изолированных резервуарах при температуре от –161 до –157 °С. Не исключено хранение СПГ в хранилищах, сооруженных в выработках размытых в соляных отложениях в районе Солигорска.

Сжиженный природный газ в случае использования его для регулирования неравномерности газопотребления можно транспортировать по трубам. В этом случае можно передавать в три раза больший поток топлива, чем при транспортировке метана в газообразном состоянии. Однако для организации трубопроводного транспорта СПГ потребуется соорудить дорогой и энергоёмкий головной завод сжижения, охладить газ до

температуры $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, проложить в условиях низких температур трубы из дорогой хладостойкой стали, изолированных эффективной топливной изоляцией. Потребуется решение проблемы устранения теплового и механического воздействия низкотемпературных трубопроводов с окружающей средой, т. к. тепловая изоляция трубопроводов в состоянии лишь частично защитить почву от промерзания.

Более эффективен способ транспортировки сжиженного природного газа в автомобильных цистернах. Его можно доставлять на станцию наполнения баллонов или непосредственно на газопотребления (котельные, ТЭЦ, промышленные предприятия) взамен сжиженного дефицитного пропана, где пропан используется в качестве резервного топлива. Применение СПГ позволяет заменить и исключить из топливооборота дизельное топливо, мазут, уголь, т. к. теплота сгорания их существенно ниже.

Сжиженный природный газ является качественным моторным топливом. Преимущества его перед моторным топливом заключаются в том, что октановое число у природного газа на 15 % выше, чем у лучших бензинов. Применение

СПГ в автомобилях увеличивает срок службы оборудования в 2 раза и при этом снижается расход масла, увеличивается межремонтный ресурс. Сжиженный природный газ нетоксичен, не загрязняет топливную систему, не вызывает коррозию. Он в 2 раза легче бензина и занимает значительно меньший объем в емкости, чем сжатый природный газ, поэтому в баке автомобиля можно размещать большое количество СПГ.

СПГ возможно производить в установках утилизации попутного газа нефтяных месторождений, а хранить в хранилищах сооружаемых в выработках соляных отложений. Наша Республика располагает попутным газом. Его получают в процессе разработки нефтяных месторождений в Речицком районе Гомельской области. В Солигорском районе имеются выработки пластов в отложениях каменной соли.

Выбор оптимального сочетания способов резервирования газа или решение вопроса о целесообразности производства сжиженного природного газа, в т. ч. использования природных ресурсов Речицкого и Солигорского регионов Республики должны приниматься с учетом затрат по их реализации с достигнутыми при этом результатами.

Литература

1. Дядичкин, А.Ф. Компенсация пиков внутрисуточной неравномерности газопотребления путем использования аккумулирующей способности магистрального газопровода: автореф. дис. ...канд. техн. Наук / А.Ф. Дядичкин. — Минск, 1983.
2. Кудемский, А.В. Подземные хранилища газа в Беларуси: от высоких технологий к промышленной технологии / А.В. Кудемский // Промышленная безопасность: журн. — 2001. — № 3. — С. 11.