

~~У616.2~~
~~58-21~~

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Ю. И. БОКСЕРМАН

Экземпляр
чит. зала

РАЗВИТИЕ
газовой
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СССР

Гостотехиздат . 1958

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

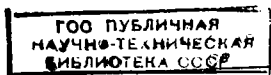
Ю. И. БОКСЕРМАН

Экземпляр
ИПТ. ВЛА

РАЗВИТИЕ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НЕФТЯНОЙ И ГОРНО-ТОПЛИВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1958



$$\begin{array}{r}
 3721 \frac{24}{59} \\
 \hline
 11 \\
 \hline
 14504
 \end{array}$$

АННОТАЦИЯ

В книге освещены основные направления в развитии газовой промышленности СССР как в области разведки газовых месторождений и увеличения ресурсов природного газа, так и в использовании природных и нефтяных попутных газов прежде всего в качестве сырья для производства химических продуктов. В ней приведены технико-экономические показатели преимущественного применения газа в народном хозяйстве.

Книга предназначена для широкого круга читателей.

Научно-исследовательские, проектные, строительно-монтажные организации Главгаза СССР, отдел нефтяной и газовой промышленности Госплана СССР с участием союзных республик, совнархозов и многих специалистов провели большую и ценную работу по составлению перспективного плана развития отечественной газовой промышленности, которая заслуживает специального и подробного освещения в нашей литературе.

В настоящей книге изложены кратко главным образом вопросы основных направлений развития и техники добычи и использования газа, а также экономические показатели работы на газе отдельных отраслей промышленности.

$$\begin{array}{r}
 \cancel{9616.2} \\
 \hline
 \cancel{58-21}
 \end{array}$$

ВВЕДЕНИЕ

Славные итоги борьбы и побед советского народа, одержанные за истекшие сорок лет, являются основой для дальнейшего, еще более быстрого движения вперед. Пятое десятилетие Советского государства будет десятилетием еще большего расцвета нашей социалистической Родины.

Коммунистическая партия предусматривает новый грандиозный подъем народного хозяйства. На Юбилейной сессии Верховного Совета СССР товарищем Н. С. Хрущевым были изложены перспективы развития советской экономики на ближайшие 15 лет. Уровень производства важнейших видов продукции по сравнению с 1957 г. намечается примерно в следующих размерах (табл. 1).

Таблица 1

**Предварительные показатели роста тяжелой индустрии
в ближайшие 15 лет**

Показатели	Производство в 1957 г.	Намечаемый уровень произ- водства через 15 лет	Рост выпуска продукции за 15 лет
Добыча железной руды, млн. <i>т</i>	84	250—300	В 3—3,5 раза
Выплавка чугуна, млн. <i>т</i>	37	75—85	„ 2—2,3 „
Выплавка стали, млн. <i>т</i>	51	100—120	„ 2—2,3 „
Добыча угля, млн. <i>т</i>	462	650—750	„ 1,4—1,6 „
Добыча нефти, млн. <i>т</i>	98	350—400	„ 3,5—4 „
Добыча и производство газа, млрд. <i>м³</i>	21	270—320	„ 13—15 раз
Выработка электроэнергии, млн. <i>квт-ч</i>	210	800—900	„ 3,8—4,3 раза

Из табл. 1 видно, что наиболее значительное развитие получит газовая промышленность — самая молодая отрасль социалистической индустрии.

Развитие газовой и нефтяной промышленности позволит достигнуть коренного качественного изменения топливного баланса

страны, в котором до последнего времени основным видом являлось твердое топливо. Если принять в переводе на условное топливо уголь, нефть и газ за 100%, то примерно с 1946 г. около 80% составил уголь и 20% нефть; природного газа практически в топливном балансе не было.

Осуществление задач, поставленных Центральным комитетом КПСС на ближайшие 15 лет, позволит довести удельный вес нефти и газа в балансе топлива примерно до 63%, а доля угля снизится до 37%. Насколько важное значение имеет такое резкое повышение роли нефти и газа, можно судить по следующим данным: если бы сохранилось соотношение видов топлива, какое имело место в 1957 г., то в период 1958—1972 гг. пришлось бы вложить на 240 млрд. руб. больше, чем потребуется при преимущественном развитии нефтяной и газовой промышленности.

В последние годы в нашей газовой промышленности достигнут значительный рост. За 1956 г. прирост добычи и производства газа составил 3 млрд. м³, а в 1957 г. уже 7 млрд. м³. Более 150 городов и 200 рабочих поселков получают газ.

Но такие темпы роста газовой промышленности не удовлетворяют возросших требований народного хозяйства.

Товарищ Н. С. Хрущев на Юбилейной сессии отметил серьезное отставание в добыче и использовании газа. В энергетическом балансе страны среди основных видов топлива природный газ занимает только около 4%, в то время как его применение дает огромную экономию. Затраты труда на добычу 1 т природного газа (в пересчете на условное топливо) примерно в 20 раз меньше, чем на добычу 1 т угля. Себестоимость добычи газа в 12 раз ниже себестоимости добычи угля. При выполнении плана газификации в 1960 г. население от применения газа только для бытовых нужд получит экономию в 1,5 млрд. руб.

Однако этой экономией далеко не исчерпываются преимущества использования газа. Расширяется применение газа для технологических нужд в металлургическом, стекольном и ряде других производств. При применении газа повышается производительность агрегатов, резко улучшаются санитарно-гигиенические условия в быту и на производстве.

Особенно высока ценность газа как химического сырья для получения химических продуктов — азотных удобрений для сельского хозяйства, спиртов, эфиров, пластмасс, искусственного волокна и т. д. Пленум ЦК КПСС (май 1958 г.) наметил программу широкого использования природных и нефтяных попутных газов для развития химических производств и особенно для выпуска товаров, нужных населению.

Задача увеличения добычи и использования природного газа — дело огромного народнохозяйственного значения.

Быстрое развитие нашей газовой промышленности позволит резко повысить роль газа в топливном балансе страны, снабдить газом еще многие города и поселки, широко внедрять газовое топливо во многих технологических процессах, разгрузить транспорт от перевозки твердого и жидкого топлива, наконец, создать новую отрасль промышленности, основанную на получении из газового сырья самых разнообразных и ценных химических продуктов и тем самым способствовать дальнейшему подъему всего народного хозяйства, скорейшему выполнению задач коммунистического строительства в нашей стране.

Глава первая

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Задачи развития добычи газа

Грандиозность задачи, поставленной Центральным комитетом коммунистической партии Советского Союза и Советским правительством по развитию нашей газовой индустрии, становится еще более очевидной, если учесть, что эта отрасль промышленности является у нас самой молодой и только в настоящее время выходит на широкую дорогу.

Газовая промышленность в нашей стране начала развиваться в период Великой Отечественной войны и в послевоенные годы. Большим вкладом в создание этой отрасли явилось открытие газовых месторождений вблизи Саратова и сооружение первого в СССР дальнего газопровода Саратов—Москва, вслед за которым были построены газопроводы Дашава—Киев—Москва, Кохтла-Ярве—Ленинград.

Тем не менее газовая промышленность до последнего времени развивалась медленно и отставала от растущих потребностей народного хозяйства в газе. Одной из причин этого является недостаточное внимание к геолого-разведочным работам на природный газ, которые велись в сравнительно небольшом объеме и, как правило, имели попутное значение при разведках на нефть.

За годы пятой пятилетки выполнено 1,2 млн. м глубокого разведочного бурения на газ, или примерно 10% от общего объема разведочного бурения на нефть. Несмотря на такие малые масштабы разведочного бурения, благодаря усилиям геологов и буровиков нефтяной и газовой промышленности в последние годы в нашей стране открыты крупные месторождения газа, что подтверждает наличие огромных потенциальных, еще не разведанных запасов газа, таящихся в недрах земли.

Следует отметить, что до последнего времени в развитие промышленности природных газов вкладывались недостаточ-

ные капитальные вложения, причем несоразмерно значительная их часть затрачивалась на производство искусственных газов.

За 1951—1955 гг. в газовую промышленность было вложено 4,4 млрд. руб., а прирост добычи и производства газа составил лишь 4 млрд. m^3 , в том числе 3 млрд. m^3 природного газа и 1 млрд. m^3 искусственного, что в пересчете на условное топливо составляет немногим больше 4 млн. т. Таким образом, на прирост 1 т условного топлива в газовой промышленности было вложено около 1000 руб. капитальных затрат. Это почти вдвое превышает капитальные затраты на прирост 1 т условного топлива в угольной промышленности.

Такое противостоевшее, ни в коей мере не соответствующее истинному характеру экономики газовой промышленности, положение явилось результатом того, что почти половина капиталовложений в газовую промышленность была израсходована на развитие производства искусственных газов, т. е. на самый невыгодный вид газа.

Между тем общеизвестно, что самым дешевым топливом и сырьем для химической переработки являются природные газы, а не искусственные.

Природные газы представляют собой смесь углеводородов, среди которых преобладающая роль принадлежит метану (CH_4). Содержание метана в природных газах достигает 95—98%, а в нефтяных газах, добываемых попутно с нефтью, от 30 до 80%. В этих газах содержатся и другие углеводороды — этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) и др. Благодаря высокому содержанию углерода и водорода природные газы обладают высокой теплотой сгорания — в среднем до 12 000 ккал/кг, в то время как теплотворность лучшего каменного угля составляет 7600 ккал/кг, а дров — менее 4000 ккал/кг.

Природный газ является бездымным топливом, он полностью сгорает и не выделяет загрязняющих атмосферу отходящих газов.

Как указывалось, добыча природного газа более экономична, чем добыча угля. В дальнейшем в связи с намечаемым бурным развитием газовой промышленности природный газ будет еще дешевле.

Как топливо природный газ обладает большими преимуществами перед другими видами твердого и жидкого топлива, так как обладает способностью обеспечивать равномерное распределение температуры в камерах горения, более легкое регулирование процесса при расходовании на горение значительно меньшего количества воздуха.

Важно отметить, что только развитие в серьезных масштабах промышленности природных газов может обеспечить в короткие сроки и при минимальных затратах те коренные качественные изменения в топливном балансе страны, которые предусмотрены Центральным комитетом коммунистической партии.

В 1956 г. в СССР было добыто и произведено газа 13,7 млрд. м³ (не считая коксового и генераторного газа), в 1957 г. 20,2 млрд. м³, в том числе 19 млрд. м³ природного газа. Основная добыча природного газа была сосредоточена главным образом в трех союзных республиках: РСФСР, Украинской ССР и Азербайджанской ССР.

На рис. 1 приведен примерный график роста добычи природного газа на ближайшие пятнадцать лет.

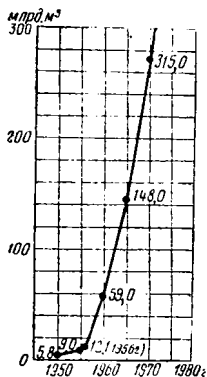


Рис. 1. График роста добычи природного газа в СССР (в млрд. м³).

Как видно, предстоит в ближайшие годы обеспечить гигантский рост добычи природного газа. Чтобы через 10—15 лет добывать 270—320 млрд. м³ газа в год, надо уже в ближайшие 7—8 лет довести его добычу примерно до 150 млрд. м³, причем большую часть — примерно более 148 млрд. м³ — будут занимать природные газы (включая нефтяные газы, добываемые полутно с нефтью). По тепловому эффекту это количество газа будет эквивалентно добыче угля в 1957 г. в трех основных угольных бассейнах Европейской части СССР вместе взятых — Донецком, Подмосковном и Печорском.

В 1959 г. добыча газа достигнет уровня, установленного директивами XX съезда КПСС на 1960 г., т. е. задание по росту газовой промышленности будет выполнено на год раньше. В 1960 г. намечено превысить это задание примерно в полтора раза.

Добычу природных газов намечается развивать главным образом в семи союзных республиках. В РСФСР добыча газа должна возрасти в ближайшие семь—восемь лет почти в 8—9 раз по сравнению с 1957 г., в Украинской ССР — в 5—6 раз, в Азербайджанской ССР — в 4 раза, в Узбекской, Таджикской, Туркменской и Киргизской ССР газовая промышленность создается заново.

Основной характерной особенностью развития нашей газовой промышленности является открытие новых газодобывающих районов, так как совершенно очевидно, что нельзя базироваться при таких высоких темпах роста добычи газа только на старых, давно известных газоносных районах.

Так, в Российской Федерации, помимо известных районов добычи газа (Ставрополь, Саратов, Сталинград, Коми АССР и др.), будут созданы новые в Краснодарском крае, Западной Сибири, Якутской АССР и др. Следует отметить, что и старые районы коренным образом изменятся в ближайшие 7—8 лет, добыча в них резко возрастет (например, в Ставропольском крае примерно в 5—6 раз по сравнению с 1957 г., а в районах

Поволжья более чем в 7—8 раз). Имеется в виду создание новых газодобывающих районов в Коми АССР, Тюменской и Оренбургской областях и др.

В районах Поволжья до последнего времени разведочное бурение было сосредоточено лишь на правом берегу Волги. Когда же начались разведки на просторах Заволжья, то здесь открыто Степновское газовое месторождение. На правом берегу Волги тоже выявлены новые площади — Урицкое в Саратовской области, Коробки в Сталинградской. Два месторождения природного газа открыты вблизи Астрахани.

Планом на 1958 г. предусмотрен более быстрый рост добычи нефти и природного газа в РСФСР. При росте добычи угля на 4,9% добыча нефти возрастает на 16,3%, а природного и попутного газа на 51%.

В начале 1958 г. в Российской Федерации было газифицировано 70 городов и много рабочих поселков. Только в 1958 г. газ получит население еще 25 городов.

В Украинской ССР природный газ добывали лишь на месторождениях Дрогобычской области. Теперь в восточных районах Украинской ССР выявлено богатейшее Шебелинское месторождение (Харьковская область), которое снабжает газом Харьков, Днепропетровск, Днепродзержинск. Продолжающиеся в восточных районах Украины геолого-поисковые работы позволят выявить новые газоносные площади.

В 1957 г. добыча природного газа на Украине увеличилась на 52% по сравнению с предыдущим годом, а в 1958 г. она возрастет на 72% против 1957 г. Природный газ получают многие предприятия металлургической, машиностроительной и химической промышленности.

Совсем недавно в Баку была острая нехватка топлива и сюда завозилось из Поволжья более 1 млн. т сернистого мазута. Теперь благодаря открытию таких крупных газовых месторождений, как Карадаг и Кянизадаг, стало возможным не только обеспечить газом бытовые и промышленные нужды Азербайджана, но и решить вопрос о строительстве газопровода в Грузию и Армению.

В 1956—1957 гг. в Азербайджане проложено около 125 км магистральных и распределительных газопроводов, переведены на газовое топливо все нефтеперерабатывающие заводы, электростанции и другие предприятия городов Баку и Сумгаит. В результате широкого применения газа сэкономлено за этот период 2,5 млн. т жидкого топлива.

В Узбекской ССР обнаружены месторождения газа вблизи г. Бухары, откуда прокладывается газопровод для газификации Ташкента, Самарканда и других городов Узбекистана. В 1957 г. в этом же районе открыты новые, еще более богатые газовые месторождения.

Газовая промышленность получит развитие в Туркменской ССР, Киргизской ССР, где в 1957 г. получены на новом месторождении мощные фонтаны природного газа.

Сравнительно давно развита добыча газа в Коми АССР, однако до последнего времени газ расходовался только на месте его добычи; теперь поставлена задача обеспечить рост запасов газа, открыть новые месторождения и снабжать им ближайшие промышленные центры, в первую очередь Урал.

В крупных масштабах намечается организовать добычу газа в районах Западной и Восточной Сибири, где начатые разведочные работы, несомненно, позволят открыть крупные газоносные площади.

Таким образом, уже в ближайшие годы должны быть созданы новые газодобывающие районы и обеспечены условия еще более бурного развития газовой промышленности в ближайшие пятнадцать лет.

Развитие добычи природных газов требует решения ряда таких важных вопросов, как рациональная разработка газовых месторождений, автоматизация газовых промыслов, отдельная эксплуатация газовых пластов одной скважиной и др.

Одним из основных принципов рациональной разработки газовых месторождений является создание газовых скважин с высокими рабочими дебитами при минимальных потерях давления в пласте и в стволе скважины. Это может быть достигнуто конструкцией забоев скважины и новыми методами перфорации колонн.

До сих пор перфорация производится при заполнении скважины тяжелой жидкостью, чаще всего глинистым раствором. В этих условиях исключается возможность проведения многоэтапной контролируемой перфорации и происходит глинизация призабойной зоны пласта.

В 1951 г. ВНИИГАЗ разработал новый способ перфорации газовых скважин в газовой среде под давлением без заполнения скважины тяжелой жидкостью.

При таком способе:

достигается более высокая эффективность перфорации за счет увеличения пробивной способности пуль, энергия которых не тратится на преодоление сопротивления глинистого раствора; устраняется крайне вредная глинизация призабойной зоны пласта во время перфорации, что обеспечивает более высокую продуктивность скважины;

устраняется опасность выброса перфоратора вследствие насыщения газом глинистого раствора, что обеспечивает безопасное ведение работ по перфорации;

исключаются трудоемкие работы по приготовлению глинистого раствора и заполнению им скважины, что значительно удешевляет процесс освоения скважины;

обеспечивается возможность ведения контролируемой перфорации этапами, в процессе которой результаты ее на каждом этапе проверяются непосредственным испытанием скважины на приток;

обеспечивается возможность создания скважины с оптимальной конструкцией забоя высокой продуктивности.

Способ перфорации под давлением опробован на газовых месторождениях Западной Украины и Ставропольского края и полностью себя оправдал: продуктивность газовых скважин повышается в среднем на 20—25%.

Институтом ВНИИГАЗ разработана конструкция типового перфораторного оборудования, усовершенствована методика проведения перфорации и составлена инструкция по проведению перфорации под давлением.

Приустевое перфораторное оборудование для ведения перфорации в газовой среде (рис. 2) состоит из лубрикатора и сальникового устройства. Лубрикатор состоит из двух основных частей: неподвижной нижней и откидной верхней.

Обе части лубрикатора соединяются между собой накидной гайкой. Герметичность этого соединения достигается установкой стандартного стального кольца. Разъемность лубрикатора позволяет вводить в его перфоратор снизу.

Откидывание верхней части лубрикатора осуществляется червячной парой, монтируемой на нижней части лубрикатора.

После сборки перфораторного оборудования перфоратор крепится к селективной головке и подтягивается перфораторным кабелем в верхнее положение. При помощи поворотного механизма откидная часть устанавливается на основание лубрикатора.

Обе части лубрикатора скрепляются соединительной гайкой, после чего осуществляется спуск перфоратора в скважину.

Газовые месторождения бывают многопластовыми, причем давление газа в каждом пласте различно. Бурение эксплуатационных скважин на каждый газоносный пласт связано со значительным расходом средств и металла. В связи с этим важное значение имеет раздельная эксплуатация двух газовых горизонтов через одну скважину.

Одновременная раздельная эксплуатация двух газовых горизонтов одной скважиной при помощи разобщителя (пакера) хорошо освоена на газовых промыслах.

Раздельная эксплуатация может быть осуществлена как в скважинах, уже находящихся в эксплуатации, так и в тех, которые выходят из бурения.

С целью увеличения газоотдачи пластов необходимо перенести в газовую промышленность опыт нефтяников по гидравлическому разрыву пластов, кислотной обработке забоев, бурению горизонтальных скважин по продуктивному пласту.

Важнейшей задачей является осуществление в ближайшие 7—8 лет комплексной автоматизации газодобывающих промыслов, чтобы обеспечить рост добычи газа на высоком техниче-

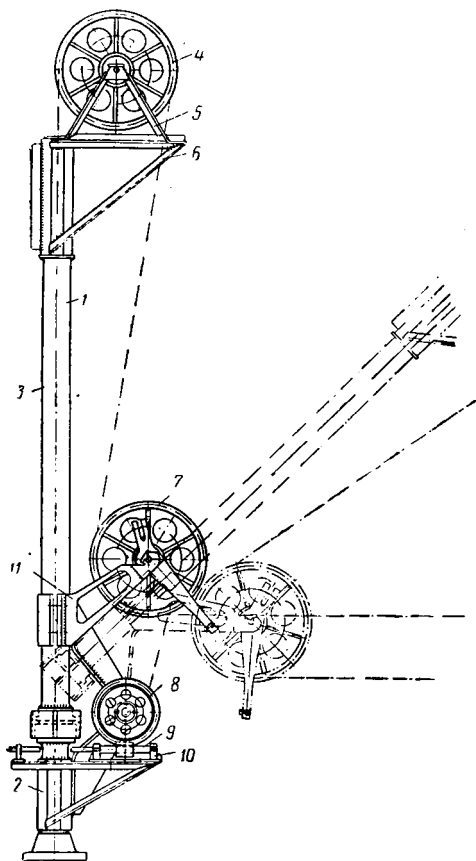


Рис. 2. Оборудование для перфорации скважин в газовой среде.

1—корпус лубриката; 2—нижняя часть (основание лубриката); 3—откидная часть; 4—ролик верхний; 5—кронштейн верхнего ролика; 6—кронштейн опорный верхний; 7—ролик нижний; 8—червячное колесо; 9—червяк; 10—кронштейн червяка; 11—шарнир-кронштейн.

ском уровне с минимальными затратами средств. Для успешного решения этой задачи необходимо уже в ближайшее время разработать конструкции и освоить производство запорной

и регулирующей арматуры для дистанционного управления газовыми скважинами.

Следует еще кратко осветить вопрос о схемах сбора газа на месторождениях. Применяемые у нас схемы, когда у каждой скважины устанавливается аппаратура по очистке газа от механических примесей и меганольные бачки, а затем газ по коллекторам передается в промысловый распределительный пункт, имеют существенные недостатки. Главными из них являются значительные затраты металла и средств на сбор газа и отсутствие использования энергии давления пласта.

Ранее, когда газовые пласты залегали сравнительно неглубоко (500—800 м), применение таких схем сбора газа было еще в какой-то мере оправданным. Теперь положение резко изменилось: на основных месторождениях газ расположен на больших глубинах (2000—3000 м), причем во многих случаях в газе содержится конденсат. Поэтому значительные преимущества может иметь лучевая схема сбора газа (рис. 3 и 4), при которой газ из скважин под высоким давлением транспортируется на центральный пункт, где происходит отделение из него конденсата и далее

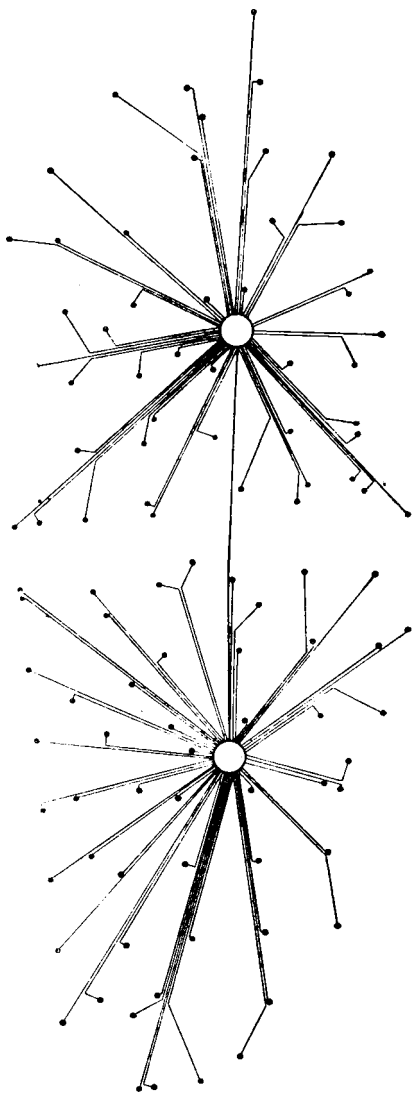


Рис. 3. Новая лучевая схема сбора газа и конденсата (Шебелинское месторождение).



Рис. 4. Схема газосборных линий газового промысла Шебелинка.

поступает в магистральный газопровод для подачи потребителям.

По подсчетам ВНИИГАЗ в этом случае газосборные сети надо прокладывать малых диаметров и экономия металла, например, на Шебелинском промысле составит свыше 10 тыс. т. На этом промысле должно находиться в эксплуатации в ближайшее время 100 скважин. При новой и старой схемах сбора применительно к Шебелинке могут быть достигнуты следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Старая схема (установка оборудования на каждой скважине)	Новая схема (лучевая с центральным пунктом)
Расход металла, т	14 500	4000
Число обслуживающего персонала, чел.	450	50

Важно отметить, что при лучевой схеме на центральных пунктах возможно организовать использование энергии пласта (например, перепада давления для получения холода), что позволит обеспечить производство из конденсата с малыми затратами химических продуктов.

Такая схема сбора газа внедрена на Карадагском месторождении и имеется в виду применить ее и в других районах (Краснодарский край, районы Поволжья). Лучевые схемы сбора газа применяются в Италии.

Разведка газовых месторождений

Условием дальнейшего роста газовой промышленности является резкое усиление геолого-поисковых и разведочных работ на газ в наиболее перспективных с точки зрения газоносности районах — на Северном Кавказе, Украине, Азербайджане, в Поволжье, Коми АССР, в районах Средней Азии и Западной Сибири, причем поиски газа должны получить широкий размах и иметь самостоятельное направление. Вместе с тем необходимо коренное улучшение методики поисков и разведки на газ.

Разведка на нефть и газ до последнего времени велась совместно. Целенаправленных поисков и разведки чисто газовых месторождений по существу не производилось. Такое положение могло быть оправдано в условиях, когда добыча газа составляла примерно одну десятую от добычи нефти. Однако в настоящее время в связи с задачей резкого подъема газовой промышленности должно быть учтено, что газ и нефть имеют не только черты сходства, но и существенные различия, определяемые прежде всего разным физическим состоянием этих полезных

ископаемых. Все это должно быть принято во внимание при разработке новой методики разведки газовых залежей и месторождений, классификации запасов природных газов и положения о вводе в эксплуатацию газовых месторождений.

В период 1959—1965 гг. намечается пробурить примерно 14—15 млн. м глубоких разведочных скважин. Объем разведочного бурения на газ должен увеличиться с 575 тыс. м в 1957 г. примерно до 2500 тыс. м в 1965 г., т. е. более чем в четыре раза.

Исходя из намеченного объема разведочных работ, необходимо резко увеличить производство буровых станков для глубокого и структурно-поискового бурения и обеспечить поставку их газовой промышленности.

Соответственно необходимо увеличить производство других основных видов оборудования для бурения, а также транспортных средств, механизмов и материалов, в первую очередь самоходных буровых установок, передвижных мастерских, гаражей и т. п.

Потенциальные запасы природного газа в СССР огромны; прогнозные запасы его могут быть оценены примерно в 15—16 триллионов кубометров. В США на 1 января 1956 г. запасы газа составляли 6,7 триллиона кубометров.

За последние годы в СССР были открыты новые крупные газовые месторождения, разведанные запасы которых позволяют уже в настоящее время увеличить добычу природного газа в 2—2,5 раза, а по отдельным районам в 4—5 раз.

Основными газовыми месторождениями СССР в настоящее время являются следующие:

1) Западная и Восточная Украина (Дашавское, Угерское, Бильче-Волицкое, Шебелинское, Спиваковское, Радченковское и др.);

2) Краснодарский край (Каневское, Ленинградское, Старо-Минское, Щербиновское, Калининское, Анастасиевское и др.);

3) Ставропольский край (Ставропольское, Расшиватское, Кугульгинское, Сенгилеевское, Пелагиадинское и др.);

4) Куйбышевская область (Могутовское, Городецкое, Амонакское, Жуковское, Яблоневское, Саткинское и др.);

5) Саратовская область (Соколовогорское, Елшано-Курдюмское, Песчано-Уметское, Грузиновское, Богаевское, Горючкинское, Генеральское, Степановское, Урицкое и др.);

6) Сталинградская область (Арчединское, Коробковское, Саушинское, Верховское, Линеvское, Витютненское и др.);

7) Астраханская область (Промысловское, Олейниковское);

8) Коми АССР (Джеболское, Верхне- и Нижне-Омринское и др.);

9) Средняя Азия (Каганская и Газлинская группы);

10) Азербайджанская ССР (Карадагское, Кянизадагское).

Кроме перечисленных газовых месторождений, природный газ по прогнозным оценкам имеется в Восточной Сибири.

в Прикаспийской низменности и других областях и краях нашей страны.

Кроме того, наша страна обладает большими ресурсами газа, добываемого вместе с нефтью (нефтяной газ), количество которого к 1965 г. составит примерно 16 млрд. м³. Наибольшее количество нефтяного попутного газа будет добываться в Татарской АССР, Башкирской АССР, Куйбышевской области.

Остановимся кратко на крупнейших газоносных районах, открытых в последнее время.

Месторождения Северного Кавказа. Наиболее крупные месторождения природных газов, выявленные до настоящего времени, расположены в районах Северного Кавказа (Ставропольский и Краснодарский края).

Залежи газа приурочены к третичным отложениям и характеризуются высокими дебитами.

В Ставропольском крае известны несколько месторождений промышленного значения — Северо-Ставропольское, Кугультинское, Расшеватское и другие, причем на самом крупном Северо-Ставропольском продуктивной является хадумская свита, относящаяся к нижнему олигоцену и представленная тонким переслаиванием слабо сцементированных песчаников и глин. Суммарная мощность свиты достигает 90 м, в том числе примерно половину составляет эффективная мощность.

В настоящее время добыча газа из Северо-Ставропольского месторождения достигает нескольких миллиардов кубометров в год, причем она будет с каждым годом резко возрастать. В связи с этим важное значение имеют дальнейшие усиленные разведочные работы в Ставропольском крае.

Сравнительно недавно в северной части Краснодарского края открыты крупные месторождения природного газа (Каневское, Ленинградское, Старо-Минское и др.). В этом крае много десятков лет добывается в значительных количествах нефть, однако крупных газовых месторождений до последнего времени не было выявлено. Наибольшие перспективы газоносности здесь связаны с отложениями юры, нижнего и верхнего мела равнинной части территории, за ними следуют по возможным запасам отложения палеогена и неогена.

В северной части Краснодарского края выявлено свыше 30 структур, перспективных в отложении газоносности; залегающие продуктивных горизонтов в них ожидается на глубине 1500—2500 м (на Каневском месторождении газовый горизонт в нижнем мелу встречен на глубине 1700 м). Большой интерес представляет открытие вблизи г. Майкопа нового Калининского месторождения, эффективная мощность газовых горизонтов которого превышает 200 м.

По мнению многих геологов, в Краснодарском крае могут быть открыты новые газовые месторождения не с меньшими запасами, чем в Ставропольском крае.

Месторождения Украинской ССР. До последнего времени природный газ на Украине добывали на месторождениях западных областей, где по геологическому строению имеются три промышленных и перспективных района — юго-западный склон Русской платформы, Предкарпатский краевой прогиб и Закарпатский внутренний прогиб. Газ добывается в больших количествах в Предкарпатском прогибе из месторождений Дашава, Угерско, Опары и др. Этот прогиб сложен мощной толщей миоценовых отложений.

Здесь разрабатываются и готовятся к эксплуатации девять газовых месторождений и выявлено большое количество перспективных структур.

Недавно открыто крупное месторождение природного газа Рудки, разработка которого уже ведется.

С открытием мощных газовых месторождений в восточных районах Украинской ССР созданы условия для создания мощной газодобывающей промышленности. Наиболее крупным открытым газовым месторождением в этом районе является Шебелинское, расположенное в Харьковской области и разрабатываемое с 1955 г. Здесь газоносными являются пермские отложения. Скважины отличаются исключительно высокими дебитами (до 500—600 тыс. $m^3/сутки$).

Установлена также газоносность палеозойских отложений на Зачениловской площади, в Радченковском месторождении и на Михайловской площади.

Газоносность известна на ряде площадей обширной Днепровско-Донецкой впадины в мезозойских и юрских отложениях.

На ближайшие годы в этом районе намечено проведение значительного объема разведочных работ, что, несомненно, позволит открыть новые месторождения природных газов.

Месторождения Средней Азии. В Бухаро-Хивинском районе трестом Узбекнефтегазразведка к настоящему времени открыто две группы газовых месторождений — Каганская и Газлинская.

Первая группа — Каганская — расположена в 50—60 км южнее г. Бухары; она охватывает газовые месторождения Сеталан-Тепе, Джаркак, Караул-Базар, Сары-Таш и др.

Газоносные пласты приурочены к отложениям мела и юры, которые залегают на глубине 850—1300 м. На этих площадях пробурено более 30 разведочных скважин; притоки газа дали 16 скважин. Свободные дебиты опробованных скважин колеблются от 50 тыс. до 2 млн. $m^3/сутки$. В некоторых залежах вскрыты небольшие оторочки нефти. Пластовое давление в газовых залежах от 92 до 124 ат.

Вторая открытая недавно Газлинская группа месторождений расположена в 140 км к западу от г. Бухары. Промышленные притоки обнаружены в двух структурах — Газлинской и Таш-Кудук.

Наибольший интерес представляет Газлинское месторождение, представляющее собой складку платформенного типа.

Запасы газа также приурочены к отложениям мела и юры, которые залегают на глубине от 600 до 1200 м. В разрезе Газлинского месторождения вскрыты до 7 газовых горизонтов. Свободные дебиты опробованных скважин колеблются от 140 тыс. до 2,9 млн. $m^3/сутки$, пластовые давления от 70 до 100 ат и выше.

Газ в основном сухой метановый с содержанием тяжелых углеводородов от 6,6 до 9,4%. Теплота сгорания газа каганской и газлинской групп месторождений от 7000 до 8500 $ккал/м^3$.

Как уже указывалось, открытые месторождения газа приурочены к центральной части Бухаро-Хивинской зоны погребенных палеозойских поднятий, что позволяет считать целый ряд имеющихся здесь структур перспективными для разведочных работ.

Все вместе взятое позволяет рассматривать Бухаро-Хивинский район как новую нефтегазоносную провинцию с высокими потенциальными ресурсами.

Направление использования газа

Важное значение для обеспечения быстрого роста газовой промышленности имеет сооружение магистральных газопроводов, транспортирующих природный газ от месторождений в промышленные центры. Строительно-монтажные организации Главгаза СССР накопили богатый опыт скоростного строительства газопроводов. Крупнейший в Европе газопровод Ставрополь — Москва был построен в два раза быстрее, чем газопровод Саратов — Москва, газопровод Шебелинка — Днепропетровск проложен за пять месяцев в трудных условиях зимнего и весеннего времени.

Наиболее характерной особенностью строительства магистральных газопроводов является полная механизация всех основных линейных работ. Еще не так давно, четыре-пять лет назад, больше половины работ выполнялось вручную. Теперь на строительстве газопровода Ставрополь — Москва, например, 98% земляных работ осуществлено мощными землеройными машинами, 80% сварочных работ произведены автоматами под шлем флюса по методу акад. Е. О. Патона.

При этом методе достигается высокая производительность сварки и хорошее качество стыков; сварка ведется круглый год независимо от погоды.

Основные крупные разведанные месторождения газа расположены в Европейской части СССР. Это обеспечивает возможность быстрого улучшения структуры топливного баланса и значительного сокращения общественных затрат на добычу и использование топлива в основных экономических районах страны.

В ближайшие семь—восемь лет намечается построить примерно 25—26 тыс. км магистральных газопроводов, включая отводы от них к городам и населенным пунктам.

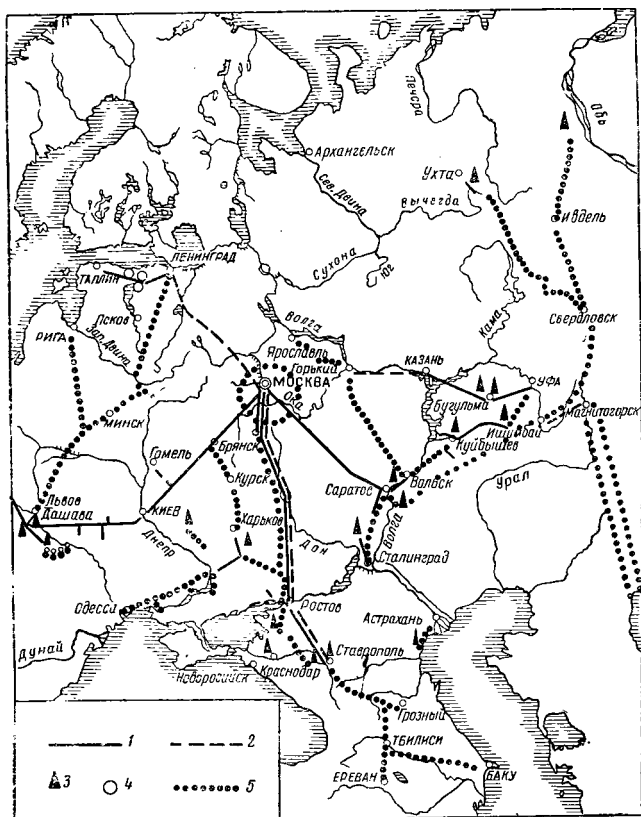


Рис. 5. Схема основных возможных направлений передачи природных газов.

1 — действующие газопроводы; 2 — строящиеся газопроводы; 3 — месторождения; 4 — заводы; 5 — проектируемые магистрали.

На рис. 5 приведена схема основных возможных направлений передачи природных газов по магистральным газопроводам. Основные из них следующие:

а) из северо-кавказских газовых месторождений — в центральные районы страны (Москву, Московскую область, Ленинград, а также в Крымскую область);

б) из месторождений Украинской ССР — в Белоруссию, Прибалтику и Ленинград;

в) из месторождений Поволжья — в районы Горьковской и других смежных областей, а также на Урал;

г) из месторождения Коми АССР и Березовского месторождения — в низовья р. Оби — на Урал;

д) из месторождений Азербайджана наряду с удовлетворением потребностей республики — в Грузию и Армению;

е) из районов Бухары в Самарканд, Ташкент и др., а также на Урал.

Новые магистральные газопроводы намечается сооружать на высоком техническом уровне с использованием наиболее совершенного оборудования, средств связи, автоматических и дистанционных приборов, новых газомоторных компрессоров, турбонагнетателей с газовыми турбинами.

Важнейшим принципиальным вопросом предстоящего строительства магистральных газопроводов является обеспечение производства сварных труб большого диаметра (до 1000 мм). Расчеты показывают, что при увеличении диаметра труб с 700 до 1000 мм пропускная способность газопровода увеличивается примерно втрое, тогда как расход металла возрастает только в 2 раза.

Исходя из намечаемых масштабов строительства магистральных газопроводов, необходимо осуществить мероприятия по строительству новых цехов и увеличению мощности существующих цехов на действующих трубных заводах и по строительству новых трубных заводов. При этом производство труб диаметром 1000 мм необходимо начать уже в ближайшее время. Одновременно с этим должны быть решены вопросы обеспечения производства труб листовой сталью.

Весьма существенное значение для экономии листовой стали имеет широкое использование при производстве труб листов толщиной до 6—8 мм, применение металла с пределом текучести до 40—45 кг/мм² и по развитию производства плосковорачиваемых труб, применение которых при сооружении газопроводов давлением до 10—12 ат даст большую экономию металла и затрат труда.

Одновременно необходимо организовать более широкое проведение исследовательских и опытных работ по производству труб из алюминиевых сплавов и пластических масс повышенной прочности. Серьезным источником увеличения пропускной способности газопроводов должно являться повышение в них давления до 64 ат, что потребует улучшения качества труб и изменения конструкции компрессорных агрегатов.

Для выполнения большой программы строительства магистральных газопроводов, нефтепроводов и продуктопроводов потребуется организация производства новых машин и механизмов по автоматической сварке, очистке и изоляции труб,

укладке трубопроводов в траншею и др., а также укрепление и расширение сети специализированных строительного-монтажных организаций газовой промышленности. Новые газопроводы в значительной части будут сооружать в сложных условиях (болота, лесистые места, горный рельеф Урала и Кавказа, районы Сибири), что потребует оснащения строительного-монтажных организаций высокопроизводительными машинами и механизмами.

Строительство газопроводов намечается выполнять в сжатые сроки, с установкой на компрессорных станциях турбокомпрессоров с приводом от газовых турбин и электродвигателей мощностью от 5 до 15 тыс. л. с. Производство таких машин уже начато. Кроме этого, намечается организовать производство поршневых газомоторных компрессоров мощностью от 2 до 5 тыс. л. с.

Насколько велики масштабы развития газовой промышленности, видно из того, что в ближайшие семь лет потребуются компрессоры общей мощностью до 4 млн. квт, что равно пяти Днепрогэсам.

Выполняются работы по внедрению изоляционных покрытий новых типов на основе смол, пеков, стекловолокна и пластмасс. Намечается строительство газопроводов из неметаллических труб; внедряется дистанционное управление магистральными трубопроводами.

При определении наиболее целесообразной структуры использования газа следует иметь в виду необходимость первоочередного обеспечения газом коммунально-бытовых потребителей, химии и технологических нужд различных отраслей промышленности, прежде всего черной металлургии, цементной и машиностроительной.

Исходя из плана сооружения магистральных газопроводов, можно будет охватить газоснабжением в ближайшие семь лет свыше четырехсот городов и населенных пунктов. Следует отметить, что даже при таком большом объеме газификации городов потребность в газе для этой цели составит примерно 15—16% от общей добычи и производства газа.

В качестве сырья для производства химических продуктов наиболее целесообразно применить прежде всего нефтяной попутный газ и продукты его переработки (газовый бензин, сжиженные газы), из которых можно получать в больших количествах этиловый спирт, синтетический каучук, полиэтилен, моющие средства, диэтиленгликоль и др. Природные газы чисто газовых месторождений намечается использовать для производства азотных удобрений, спиртов, ацетилена, формалина и других химических продуктов.

Количество природного газа для химической переработки будет зависеть от масштабов строительства химических предприятий, которые будут во всех случаях обеспечены газом.

Для технологических нужд промышленности природный газ следует направлять в первую очередь туда, где достигается наибольший эффект в повышении производительности. С этой точки зрения первостепенное значение имеет снабжение природным газом металлургических заводов, на которых будет достигнуто повышение производства чугуна и стали и экономия кокса (в доменных печах), а также предприятий цементной промышленности и машиностроения.

Примерная структура использования газа в 1965 г. приведена в табл. 3.

Таблица 3

Примерная структура использования газа в 1965 г.

Потребители	Процент от общей добычи и производства газа
Коммунально-бытовое потребление	8—10
Использование газа в качестве химического сырья и для производства газовой сажи	5—6
Промышленное потребление	75—80
В том числе:	
а) технологические нужды (черная металлургия, цементная промышленность, машиностроение и др.)	42—45
б) энергетические нужды (электростанции и котельные предприятия)	30—35
Собственные нужды газовых промыслов и магистральных газопроводов	6—8

Улучшение топливного баланса

Развитие газовой промышленности позволит коренным образом улучшить топливный баланс страны за счет повышения роли природного газа.

Топливный баланс народного хозяйства СССР за 1955—1957 гг. характеризуется показателями, приведенными в табл. 4.

Таблица 4

Топливный баланс СССР за 1955—1957 гг.
(в условном топливе)

Вид топлива	Удельный вес, %	
	1955 г.	1957 г.
Уголь	64,8	61,9
Нефть (вся добыча нефти)	22,4	25,3
Природный газ	2,4	4,2
Торф	4,4	3,7
Сланцы	0,6	0,6
Дрова	5,4	4,3
Всего	100,0	100,0

Сопоставление структуры топливного баланса 1957 г. с предыдущими годами показывает некоторый рост удельного веса нефти и газа. В 1955 г. удельный вес нефти и природного газа в топливном балансе составлял 24,8%, в 1957 г. он увеличился до 29,5%.

Расход топлива на производство ряда важных видов промышленной продукции в 1957 г. приводится в табл. 5 (в пересчете на условное топливо).

Таблица 5

Расход топлива на производство важнейших видов продукции в 1957 г.

Виды продукции	Единица измерения	Объем производства в 1957 г.	Единица измерения	Удельный расход топлива	Общий расход топлива, млн. т
Чугун	млн. т	37,0	т/т	9	70,3
Сталь	" "	51,0	"	012	10,1
Уголь	" "	463,0	кг/т	4,0	18,5
Нефть	" "	98,3	"	21,0	20,6
Выработка электроэнергии	млрд. кв	170,2*	кг/квт-ч	0,5	85,0
Цемент	млн. т	28,9	кг/т	220	6,2
Производство сахара	тыс. т	4491	"	620	2,6
Всего . . .	—	—	—	—	213,3

Потребность в топливе отраслей машиностроения—18 млн. т

Всего . . . 231 млн. т

* Выработка электроэнергии приведена только по тепловым электростанциям.

Согласно предварительным данным расход условного топлива в 1957 г. на нужды всех отраслей народного хозяйства составил 570 млн. т.

Из указанного количества условного топлива следует исключить примерно 100 млн. т светлых нефтепродуктов, а также расход топлива на нужды железнодорожного транспорта в размере 60 млн. т и коммунально-бытового потребления 30 млн. т.

Таким образом, расход топлива в 1957 г. на нужды промышленности составил 380 млн. т.

Соотношение расхода условного топлива в отраслях промышленности, перечисленных в табл. 5, ко всему потреблению топлива в промышленности составляет

$$\frac{231}{380} = 0,67 = 67\%.$$

Твердый курс ЦК КПСС и Советского правительства на преимущественное развитие нефтяной и газовой промышленности приведет уже в ближайшие годы к резкому качественному улучшению топливного баланса СССР, к большим качественным изменениям в экономике страны.

Институтом ВНИИГАЗ совместно с другими научно-исследовательскими организациями составлена примерная структура топливного баланса, исходя из следующих предварительных наметок потребления топлива по отдельным отраслям народного хозяйства.

В основу подсчета потребности в топливе промышленности взяты объемы производства, приведенные по ряду отраслей в докладе товарища Хрущева Н. С. на Юбилейной сессии Верховного Совета СССР 6 ноября 1957 г.

Удельные нормы расхода условного топлива взяты по данным Гидроэнергопроекта и ВНИИГАЗ.

В табл. 6 приводятся ориентировочные расчеты топливопотребления отраслями промышленности на 1972 г.

Таблица 6

Ориентировочный расход топлива по ряду важнейших отраслей на 1972 г.

Виды продукции	Единица измерения	Предполагаемый объем продукции на 1972 г.	Единица измерения	Удельный расход топлива	Общее потребление топлива, млн. т
Чугун	млн. т	85	т/т	1,6	136,0
Сталь	" "	120	"	0,18	21,6
Уголь	" "	750	кг/т	35	26,2
Нефть	" "	400	"	190	76,0
Электроэнергия	млрд. квт-ч	700 *	кг/квт-ч	0,398	278,6
Цемент	млн. т	110	кг/т	175	19,2
Сахар	"	10	"	570	5,7
Всего					563,3

* Выработка электроэнергии приведена лишь на тепловых станциях.

Расход топлива на нужды машиностроения принимается на 1972 г. в размере 70 млн. т условного топлива, а всего с потребностью отраслей, перечисленных в табл. 6, 633 млн. т.

Принимая соотношение расхода топлива этих отраслей промышленности ко всему топливу, потребляемому в промышленности, аналогично 1957 г., т. е. 0,67, можно ориентировочно определить потребность в топливе промышленности на 1972 г.:

$$\frac{633 \times 100}{67} = 945 \text{ млн. т.}$$

Примерный удельный вес различных видов топлива в структуре топливного баланса СССР (в %)

Топливо	1955 г.	1958 г.	1960 г.	1965 г.	1970—1972 гг.
Уголь	77,0	73,8	69,0	56,8	45,0
Нефтепродукты	9,2	10,3	11,2	15,2	20,0
Природный газ	2,2	6,5	11,3	21,1	30,0
Торф	4,3	4,1	3,5	3,0	2,0
Сланцы	0,7	0,8	0,9	0,9	0,5
Дрова	6,6	4,5	4,1	3,0	2,5
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечания. 1. В соответствии с принятой Госпланом СССР методикой в топливном балансе показана не добыча угля, а его потребление. В нефтепродукты включены, кроме топливного мазута, флотский мазут, дизельное и моторное топливо.

2. По природному газу исключен расход газа на производство сажи, на химические нужды и потери на газопроводах.

В настоящее время по ориентировочным расчетам на бытовые нужды (включая все общественные учреждения) расход условного топлива определяется в размере 100 млн. т в год.

В связи с дальнейшим систематическим ростом материального благосостояния и культурного уровня населения, а также учитывая, что к 1970—1972 гг. жилплощадь на 1 человека возрастет более чем в 1,5 раза, абсолютное и относительное потребление

топлива значительно повысится. С учетом этого можно считать, что душевое потребление топлива на хозяйственно-бытовые нужды возрастет примерно в два раза и составит 1 т (с учетом к. п. д. на экономии топлива).

Принимая условно численность населения 270 млн. чел. и исходя из того, что около 70% топлива на хозяйственно-бытовые нужды будет удовлетворяться планируемыми топливными ресурсами, можно определить ориентировочную потребность в условном топливе 190 млн. т.

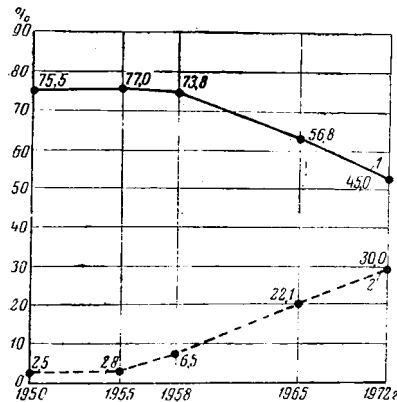


Рис. 6. График повышения удельного веса в топливном балансе (в %).

1 — уголь; 2 — газ.

Таким образом, общая величина топливопотребления на 1970—1972 гг. может быть условно принята в размере $945 + 190 = 1135$ млн. т (без светлых нефтепродуктов).

Расход на нужды железнодорожного транспорта не учтен, поскольку в 1972 г. вся транспортная работа будет выполнена на 55% электротягой и на 45% тепловодной тягой, где используются лишь светлые нефтепродукты.

По тем же соображениям в топливном балансе не учтен расход топлива в сельском хозяйстве.

Исходя из указанных предпосылок, составлена примерная структура топливного баланса страны, которая приведена в табл. 7.

На рис. 6 приводится график повышения удельного веса газа в топливном балансе.

Подача в больших количествах природного газа в важнейшие экономические районы страны резко улучшит условия их топливоснабжения. В табл. 8 приведены данные об удельном весе газа в топливном балансе отдельных районов страны.

Как видно из данных табл. 8, особенно возрастет роль газа в таких экономических районах страны, как центр, северо-запад, запад, Поволжье, Закавказье. Впервые в крупных масштабах намечается снабжение газом Урала, где в ближайшее время получит серьезное развитие промышленность и где в то же время имеются трудности обеспечения ее топливом.

Таблица 8
Удельный вес газа в топливном балансе по районам страны (в %)

Район	1958 г.	1965 г.	Район	1958 г.	1965 г.
Северо-запад	—	25,2	Северный Кавказ	12,5	27,1
Запад	—	18,0	Закавказье	36,8	61,0
Центр	6,8	26,5	Урал	0,8	28,0
Поволжье	24,5	36,8			

Наряду с развитием добычи и использования природных газов в районах, где нет газовых месторождений, в частности, в некоторых районах Сибири, Дальнего Востока и Эстонской ССР, намечается производство искусственных газов из сланцев и углей.

При этом производство искусственных газов намечено развивать на основе комплексной переработки исходного сырья, которая позволит получить многие ценные химические продукты (фенолы, ароматические углеводороды, шпалопропиточное масло, топочный мазут и др.), а также цемент. Главная задача в этой области заключается в разработке новых высокопроизво-

дательных агрегатов и решительном улучшении технико-экономических показателей переработки твердого топлива.

В ближайшие годы намечается также дальнейшее развитие подземной газификации углей. Первоочередной задачей в этой области является проведение научно-исследовательских работ для решения широкого круга вопросов подземной газификации углей с тем, чтобы обеспечить полное освоение процесса и управление им.

Глава вторая

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Газ — сырьевая база промышленности синтетических материалов

Пленум ЦК КПСС в мае 1958 г. поставил грандиозную задачу и принял конкретные мероприятия по ускоренному развитию химической промышленности, в особенности производства искусственных и синтетических волокон, пластических масс и других синтетических материалов, необходимых для удовлетворения потребности населения в одежде, обуви, тканях, предметах домашнего и хозяйственного обихода, а также для нужд промышленности, сельского хозяйства и строительства.

Это решение ЦК КПСС имеет огромное хозяйственное и политическое значение. Оно является составной частью той большой работы, которую проводит партия на основе решений XX съезда по дальнейшему развитию промышленности и сельского хозяйства, укреплению экономического могущества страны и неуклонному подъему благосостояния народа.

Как известно, характерной чертой современной химической промышленности является бурное развитие органического синтеза, служащего основой для производства большого количества крайне необходимых народному хозяйству химических продуктов: синтетических каучуков и синтетических спиртов, красителей и ядохимикатов для борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений и сорняками, растворителей, флотореагентов, антисептиков, медикаментов, синтетических моющих средств, антидетонаторов и т. д. Очень важной областью органического синтеза является производство исходных мономеров для пластических масс, синтетических смол и синтетических волокон.

Проблема создания мощной промышленности синтетических материалов выдвинута сейчас среди важнейших задач нашего хозяйственного строительства потому, что широкое использование этих материалов в различных отраслях народного хозяйства является в настоящее время одним из важнейших путей дальнейшего технического прогресса и повышения производи-

тельности общественного труда. Широкое применение новых синтетических материалов в промышленности и строительстве снижает трудоемкость изготовления машин, повышает их качество, удлиняет сроки службы и позволяет экономить цветные металлы и легированные стали, обеспечивает дальнейшую индустриализацию строительных работ, повысит их качество и резко снизит стоимость строительства.

Важнейшее значение для дальнейшего увеличения выпуска товаров народного потребления и снижения их стоимости имеет развитие производства искусственного и синтетического волокна, высококачественных заменителей кожи и меха.

Для обеспечения быстрого развития промышленности пластических масс, синтетических волокон и других синтетических материалов необходимо в первую очередь создать мощную сырьевую и полупродуктовую базу для их производства, которая по капиталоемкости и сложности технологических процессов имеет решающее значение в этой отрасли промышленности.

Одним из основных видов сырья для химической промышленности, особенно для производства синтетических материалов и другой разнообразной химической продукции, являются природные и попутные нефтяные газы.

Из углеводородов природного газа можно получать, например, этилен, ацетилен, являющиеся сырьем для производства синтетического каучука, уксусной кислоты, этилового спирта. Окислением этих углеводородов можно получить метиловый спирт, формальдегид — сырье для получения пластических масс и других продуктов. Неполным их сжиганием можно получать газовую сажу — важный продукт для производства резиновых изделий, красок и др.

Исключительно ценное сырье для производства многих химических продуктов представляют собой газы, получаемые попутно с нефтью. Они содержат значительное количество этана, пропана, бутана, изопентана. Так, в 1 м³ нефтяных попутных газов месторождений Татарии и Башкирии содержится до 600 г этих углеводородов. Для выделения из нефтяных газов отдельных углеводородов и их смесей сооружаются газобензиновые заводы и установки. На них из газа получают следующие продукты.

Этан, из него путем дегидрогенизации получают этилен и водород. В свою очередь из этилена производится этиловый спирт, из которого можно получить синтетический каучук. Из этилена путем его полимеризации можно также получить полиэтилен — исходное сырье для производства многих синтетических веществ, а также окись этилена, синтетические смазочные вещества и другие продукты.

Пропан — является растворителем в процессе очистки масел и хорошим топливом для бытовых нужд, автотранспорта, двигателей внутреннего сгорания.

Бутан — применяется в смеси с пропаном в качестве топлива для бытовых и промышленных нужд.

Изобутан используется в виде компонента для производства высокооктановых бензинов и как сырье для получения химических продуктов.

Изопентан — добавляется к авиационным бензинам для повышения их октанового числа и испаряемости.

Газовый бензин — используется как моторное топливо в смеси с автомобильным или авиационным бензином. В состав газового бензина входят главным образом углеводороды от пентана и выше, незначительное количество пропана и до 10—30% бутана.

Основные преимущества этих сырьевых источников перед другими видами сырья — пищевого, продуктов переработки каменного угля, сланцев, карбида кальция — заключаются в следующем.

1. Попутные и нефтяные газы содержат большое количество ценных индивидуальных углеводородов (метана, этана, пропана, бутана, изобутана и др.), переработка которых различными методами дает возможность получить большинство важнейших видов сырья и полупродуктов для органического синтеза. Каталитический риформинг узких бензиновых фракций позволяет вырабатывать наиболее ценные виды ароматического сырья: бензол, который имеет такое же значение в органическом синтезе, как чугун в металлургии, толуол, ксилолы и т. д. Важно указать, что комплексная переработка попутных нефтяных газов с использованием всех ценных компонентов позволяет получать одновременно несколько видов сырья и полупродуктов, являющихся исходным материалом для синтеза многих химических веществ.

2. Попутные газы нефтедобычи и природные газы являются самым дешевым сырьем для органического синтеза. Получение продуктов из них основано на современных высокопроизводительных методах; при использовании этих газов можно создавать мощные и комбинированные установки.

Поэтому удельные капиталовложения на создание мощностей по производству химикатов из попутных нефтяных газов и себестоимость этих продуктов несравнимо ниже, чем при производстве тех же химикатов из других видов сырья.

Можно привести несколько примеров. Удельные капитальные затраты на производство одной тонны этилового спирта составляют при получении его из отходящих газов нефтеперерабатывающих заводов 4000 руб., а при получении спирта из пищевого сырья, с учетом затрат в сельском хозяйстве, — 9350 руб. Себестоимость 1 т синтетического спирта из нефтяных газов примерно в два раза меньше по сравнению со спиртом из пищевого сырья.

Производство ацетилена, который служит исходным сырьем для синтеза обширной гаммы химических продуктов, базируется главным образом на карбиде кальция. Удельные капитальные затраты на тонну ацетилена при этом методе составляют 4400 руб. При получении ацетилена термоокислительным пиролизом метана природного газа капиталовложения на 1 т продукта снижаются почти в два раза и себестоимость более чем в полтора раза.

Важное значение для промышленности имеет производство синтетического каучука. Экономические показатели его получения из пищевого сырья и нефтяного сырья и намечаемые масштабы производства приведены в табл. 9 и 10.

Таблица 9

Капитальные вложения на 1 т синтетического каучука
типа СКС-30А и его себестоимость (в %)

Продукт	Себестоимость	Удельные капитальные затраты, включая жилье
Этиловый спирт из пищевого сырья . .	100	100
То же с учетом капиталовложений в сельское хозяйство	100	170,6
Синтетический этиловый спирт из нефтяного сырья, включая производство спирта	47—53	78,8

Таблица 10

Производство синтетического каучука из нефтяного сырья
и природного газа (в %)

Продукт	1952 г.	1958 г.	1965 г.
Из пищевого сырья	88	36,2	—
Из нефтяных и природных газов	—	38	90
Из других видов не пищевого сырья .	12	25,8	10

Производство синтетического каучука в СССР возрастает в 3 раза по сравнению с 1957 г.

Все более и более будут внедряться в народное хозяйство пластмассы и синтетические смолы.

Для получения пластмасс и других химпродуктов требуется большое количество этилового спирта. Показатели его производства из разных видов сырья следующие.

Сравнительная
трудоемкость производства
1 т этилового спирта
(в человеко-днях):

из картофеля	280
из нефти	10,3
из зерна	160

Таким образом, этиловый спирт, полученный из нефтяного сырья, почти в два раза дешевле спирта из пищевого сырья.

При производстве синтетического спирта из нефтяного сырья освобождаются значительные количества пищевого сырья. Так, например, в 1965 г. будет сэкономлено пищевого сырья, в пересчете на зерно, в 218 раз больше, чем в 1950 г.

К 1965 г. станкостроению потребуется 5—7 тыс. т пластмасс, что заменит 20—25 тыс. т металла (до 10% годовой потребности) и даст экономию около 150 млн. руб. в год.

Из сэкономленного металла можно дополнительно изготовить 20—25 тыс. станков.

Пластмассы в станкостроении уменьшают вес деталей в 3—5 раз, снижают себестоимость в 3—6 раз и трудоемкость — в 3—8 раз.

Расход искусственного сырья, предусматриваемый в 1965 г. на производство:

а) штапельного волокна на шерстяные ткани, костюмные штапельные ткани и изделия верхнего трикотажа составляет 183,3 тыс. т (потребность в натуральном сырье — шерсти от 105 млн. голов овец);

б) искусственного и синтетического шелка, на шелковые ткани и штапельные ткани, трикотаж и чулочные изделия составляет 275,6 тыс. т (потребность в натуральном сырье — хлопка с 380 тыс. га поливных земель в южных районах страны).

3. Наличие большого количества газовых и нефтегазовых месторождений и разветвленной сети магистральных газопроводов позволит создавать предприятия по переработке нефтяных попутных и природных газов во многих экономических районах страны и приблизит производство химических продуктов к местам их потребления.

Нашими научно-исследовательскими организациями найдены пути повышения качества газового бензина путем каталитической его переработки. Так, в результате риформинга хвостовых фракций газового бензина под платиновым катализатором

можно получить бензин с октановым числом 90. Кроме того, ведутся исследовательские и опытные работы по получению из газового бензина ценных химических продуктов.

Во Всесоюзном институте синтетического каучука разработан процесс получения высококачественного каучука — изопрена, не уступающего натуральному каучуку. Сырьем для синтеза изопрена является изопентан. Из газового бензина, вырабатываемого в районах Татарии и Башкирии, можно получить большое количество изопентана.

Работами М. А. Далина показано, что газовый бензин является прекрасным сырьем для пиролиза с целью получения из него этилена.

Результаты опытов приведены в табл. 11, где показано количество килограмм непредельных углеводородов, содержащихся в 100 м³ газа пиролиза различного сырья.

Таблица 11

Содержание непредельных углеводородов в различных газах

Углеводороды	Газ пиролиза пропан-пропиленовой фракции	Газ пиролиза керосина	Газ пиролиза бутана	Газ пиролиза тяжелых нефтяных остатков	Газ пиролиза газового бензина
Этилен	30	24	37,7	33,3	30
Пропилен	25,8	19,8	20,8	8,3	28
n-Бутилен	1,2	12,2	2,5	6,4	19,8
Изобутилен					
Итого непредельных	57,0	56,0	61,0	48	85

Газы пиролиза газового бензина содержат 85 кг непредельных на 100 м³ исходного газа, в том числе 30 кг этилена. Перевод заводов пиролиза на использование газового бензина значительно снизит расход электроэнергии, капитальные затраты и удешевит стоимость этилена.

Использование газового бензина как сырья для химической промышленности более рационально, чем применение его в качестве низкооктанового компонента автомобильного бензина.

Состав нефтяных попутных газов различных нефтяных месторождений приведен в табл. 12.

Из табл. 12 видно, что по содержанию тяжелых углеводородов газы нефтяных месторождений Урало-Поволжья значительно превосходят попутные газы других месторождений СССР. Данные о примерном количестве легких углеводородов в нефтяных восточных районах представлены в табл. 13 (в тыс. т).

Как видно из табл. 13, только этана и пропана в 1965 г. можно получить свыше 2 млн. т.

**Анализы попутных газов некоторых нефтяных
месторождений СССР (% объемн.)**

Месторождения	Метан	Этан	Пропан	Бутан	Пентаг	N ₂	CO ₂	H ₂
Азербайджан	91,80	4,49	1,62	1,08	0,81	—	0,20	—
Татария	48,0	16,6	16,1	7,3	2,9	9,1	—	—
Башкирия	41,0	19,7	17,0	7,3	3,2	11,6	0,2	—
Куйбышевская обл. (Муханово)	68,5	12,5	5,5	4,0	2,5	2,5	1,5	3,0
Краснодарский край	65,5	10,3	9,4	6,8	6,5	0,5	1,0	—

Таблица 13

**Содержание легких углеводородов в попутных
нефтяных газах восточных районов**

	1960 г.	1965 г.
Потенциальное содержание в ресур- сах попутных газов:		
этан	1142	1607
пропан	1462	2026
<i>n</i> -бутан	632	888
изобутан	254	360
газовый бензин	479	678
Итого	3969	5559
Потенциальное содержание в плани- руемой добыче попутных газов:		
этан	933	1451
пропан	1182	1826
<i>n</i> -бутан	207	326
изобутан	510	801
газовый бензин	391	613
Итого	3223	5017

Таким образом, в районах Урало-Поволжья имеется серьезная сырьевая база для организации химической переработки нефтяных углеводородов.

Отбензинивание попутных нефтяных газов производится на газобензиновых заводах и установках следующих типов:

- 1) масляная абсорбция;
- 2) угольная абсорбция;
- 3) низкотемпературная ректификация.

При любом из этих процессов до поступления на завод или установку попутный газ должен быть очищен от механических примесей, осушен, из него должны быть удалены сероводород и углекислота.

Первоначальная очистка газа от песка, продуктов коррозии металла и нефти осуществляется непосредственно на промыслах. Для этого применяются сепараторы, действие которых основано на использовании силы тяжести твердых и жидких веществ и центробежной силы.

Для удаления из газа водяных паров, которые, если их не удалить, могут закупорить газопровод водяными или гидратными пробками (соединения газа с водой, напоминающие рыхлый снег и лед), на газобензиновых заводах имеются установки для осушки газа. Больше всего применяется метод осушки газа водным раствором диэтиленгликоля.

Осушка газа производится в вертикально устанавливаемой цилиндрической колонне, в которой газ поступает снизу вверх, а раствор стекает по тарелкам сверху вниз. Насыщенный влагой раствор диэтиленгликоля направляется затем в отдельный аппарат, где нагревом паром примерно до 160° освобождается от поглощенной им влаги.

Применяется также осушка газа твердыми абсорбентами (селикагель, окись алюминия, боксит).

Удаление сероводорода и углекислоты осуществляется в комбинированных установках осушки и очистки газа при помощи смеси диэтиленгликоля и моноэтаноламина.

Очищенный и осушенный попутный газ поступает на газобензиновый завод, где происходит отделение легких углеводородов от тяжелых, т. е. отбензинивание газа.

В настоящее время применяется в основном следующая схема переработки газа.

Очищенный от твердых частиц и осушенный газ сначала идет на компрессию. В результате сжатия из газа выделяются два полупродукта: сырой бензин, называемый компрессионным, и газ.

Дальнейшее отбензинивание газа производится в установках, где тяжелые углеводороды или поглощаются жидкостью (масляная абсорбция), или осаждаются на поверхности твердых пористых тел, например, активированного угля (угольная адсорбция). Оба эти процесса имеют недостатки.

Например, адсорбционный процесс отбензинивания газа периодического действия имеет громоздкую аппаратуру, низкий по времени коэффициент полезного использования угля, трудности автоматизации управления процессом и др.

Всесоюзным научно-исследовательским институтом природных газов разработан и проверен на укрупненной опытной установке непрерывный процесс адсорбции.

Этот процесс имеет важные преимущества по сравнению с периодическим. При нем представляется возможным довести извлечение пропана до 90% и этана до 60%.

Метод опробован на полупромышленной установке, причем технико-экономический анализ показал, что себестоимость продукции газобензиновых заводов будет на 60% менее себестоимости на существующих заводах периодической угольной сорбции. Первые промышленные установки непрерывной адсорбции будут введены в действие в Татарии и Краснодарском крае в 1959—1960 гг.

Важно отметить, что при новом методе процесс может быть полностью автоматизирован.

Показатели абсорбционного процесса могут быть улучшены при так называемой низкотемпературной ректификации.

В отдельных случаях применяется процесс отбензинивания с применением глубокого холода.

Полученный в процессах абсорбции, адсорбции и низкотемпературной ректификации нестабильный газовый бензин, содержащий значительное количество растворенных в нем легких углеводородов, разгоняется на газофракционирующих установках. В последние годы сооружен ряд газобензиновых заводов, ведется строительство новых, особенно в районах нефтяных месторождений Татарии, Башкирии и Куйбышевской области.

Попутные газы девонских горизонтов этих месторождений содержат большое количество этана, пропана, бутанов, изопентана и газового бензина, которые намечается использовать в первую очередь для производства ценных химических продуктов.

К 1960 г. в районах Урало-Поволжья будет создана крупная газобензиновая промышленность.

В связи с тем, что народное хозяйство еще не подготовлено к использованию большого количества сжиженных газов, новые газобензиновые заводы запроектированы на извлечение 18% этана, 35—40% пропана, 95% бутанов и 100% бензина. Однако на всех заводах предусмотрена возможность повышения извлечения пропана до 70%, этана до 30—35% от потенциала.

Как указывалось, девонские попутные газы содержат много этана, который в настоящее время как отдельный продукт еще не выделяется. Между тем этан является ценнейшим сырьем для химической переработки.

Следует учесть, что этан не может транспортироваться в жидком виде, поэтому предприятия, использующие этан в качестве химического сырья, должны располагаться вблизи от газобензиновых заводов.

Ресурсы этана очень велики и превысят в 1965 г. 1,5 млн. т. Для получения этого количества этана необходимо на существующих заводах установить дополнительные колонны (метановые и этановые). Если для химической переработки требуется большое количество этана, то его чужно будет извлекать

до 80% от потенциала. В настоящее время Укрگیпрогаз проектирует завод с применением холода и извлечением этана на 80%.

Газовый бензин, получаемый при отбензинивании попутных газов, имеет легкий фракционный состав, высокую упругость паров и низкое октановое число — 58—60. Применить в чистом виде газовый бензин как автомобильное топливо нельзя, так как он вызывает перегрев мотора и образует газовые пробки в бензопроводах.

В настоящее время весь газовый бензин идет на смешение с автомобильным бензином. В то же время газовый бензин восточных районов содержит до 30% изопентана и 25% нормального пентана. Изопентан является ценным сырьем для получения синтетического каучука. Нормальный пентан легко поддается изомеризации, поэтому при необходимости ресурсы изопентана могут быть удвоены.

Из попутных газов нефтяных месторождений Татарии, Башкирии и Куйбышевской области в 1960 г. может быть выделено изопентана 97 тыс. т, нормального пентана 79,6 тыс. т.

Остаток газобензина после выделения пентанов может быть направлен на установки каталитического риформинга с целью получения высокооктанового автобензина.

Таким образом, имеющиеся ресурсы индивидуальных углеводородов позволяют на базе попутных газов месторождений Урало-Волжских районов организовать производство в 1965 г. индивидуальных углеводородов примерно в следующем количестве (в тыс. т):

этана	490
пропана	1200
изобутана	300
n-бутана	750
газового бензина	600

Это количество углеводородов может быть получено при условии сбора всего попутного газа, добываемого с нефтью, и его отбензинивания.

В заключение необходимо отметить, что совершенно верным и экономически обоснованным является принятое решение о первоочередном использовании для производства химических продуктов попутных газов и продукции, получаемой из них. Имеющиеся технико-экономические расчеты показывают, что при этом будет получена огромная экономия средств по сравнению с получением химических продуктов из пищевого сырья.

Переработка конденсатов газовых месторождений

Кроме попутных нефтяных газов, газовых бензинов и продуктов их разделения, весьма перспективным и интересным сырьем для развития газовой химии представляют собой конденсаты газовых месторождений.

В настоящее время в Советском Союзе в связи с увеличением глубин бурения открыто значительное количество месторождений с большим содержанием конденсата. Пластовое давление в них превышает 100 ат. Эти месторождения являются газовыми, но в состав газа входят высококипящие углеводороды, соответствующие фракциям бензина и тракторного дизельного топлива.

Эти жидкие углеводороды выпадают из газа даже при обычном снижении давления и особенно при снижении его приблизительно до 50 ат. Выпавшие жидкие углеводороды называются конденсатами. Количество его в газе колеблется от 10 до 100 г/м³ и выше.

Характеристика таких месторождений приводится, по данным исследований института ВНИИГАЗ, в табл. 14.

Таблица 14

Газонефтяные и газовые месторождения

Месторождение	Возраст	Средняя глубина залегания пласта, м	Пластовые		Выпадение конденсата при давлении максим. конденсации в г/м ³ газа	Разгонка конденсата при				
			давление, ат	температура, °С		100°	150°	200°	250°	конец кипения
Шебелинское	Пермь	1750	250	—	11	25	63	80	92	300
Радченское . .	Пермо-триасс	1260	120	54	—	—	—	—	—	—
Коробковское	Каменно-угольный	1650	170	55	90	65	92	—	—	176
Песчаный Умет	То же	1050	100	45	7	28	65	96	—	214
Богаевское . .	"	1600	160	54	75	54	86	95	—	219
Степновское . .	Девон	2200	240	64	45	27	65	84	93	304
Кара-Дагское .	Продуктивная толща	3100	400	120	220	14	40	57	—	340
Кизыл-Кумское	Акчагыл	1850	231	59	95	20	53	75	—	304
Ходжибадское	Мел	2100	227	73	72	32	73	87	—	217

Подобно тому, как это имеет место при разработке обычных газовых месторождений, при эксплуатации газоконденсатных площадей пластовое давление в них будет снижаться, и из газа начнет постепенно выделяться конденсат, распределяться тонким слоем на породе в пласте и теряться.

Чтобы избежать этого, газ из таких месторождений подается на газобензиновый завод, где из него выделяется конденсат при высоком давлении (140 ат). Выделившийся конденсат идет на переработку, а отбензиненный газ сжимается до 200—300 ат (в зависимости от давления на головке скважины) и через инжекционные скважины закачивается обратно в пласт.

Этот метод имеет то преимущество, что резко снижаются потери конденсата в пласте. Однако в этом случае задержи-

вается на длительный период использование газа из месторождения, что оказывается экономически не выгодным.

Потери конденсата при эксплуатации газоконденсатного месторождения без поддержания давления увеличиваются в зависимости от его содержания в газе, что видно из следующих данных.

Содержание конденсата в газе, см ³ /м ³	Потери конденсата при эксплуатации без поддержания давления, см ³ /м ³
60	12
200	65
300	140

Открытые и изученные в нашей стране газоконденсатные месторождения содержат конденсата, за исключением карадагского, менее 100 г/м³. Проведенные ВНИИГАЗ подсчеты показали, что эти месторождения не целесообразно эксплуатировать с поддержанием пластового давления путем обратной закачки газа. Вместе с тем должно быть обращено большое внимание на сбор и использование конденсата, получаемого из этих месторождений в количестве 80—95% от потенциалов.

В табл. 15 приведены ориентировочные данные о возможном получении конденсата в соответствии с намечаемой добычей газа в 1960 г.

Таблица 15

Примерные ресурсы конденсата на газовых месторождениях

Месторождения	Добыча газа в год, млрд. м ³	Содержание конденсата, г/м ³	Добыча конденсата в год, тыс. т
Шебелинское	8,5	11	97
Степновское	2,0	45	90
Кара-Дагское	5,0	220	1100
Кизыл-Кумское	1,0	95	95
Богаевское	0,2	75	15
Ходжибадское	0,2	72	14
Коробковское	1,2	25	30
Каневское	2,0	40	80
Джебол	1,5	25	37

Примерно 1600

Как видно, ресурсы конденсата весьма значительны и организация их сбора и использования заслуживает серьезного внимания.

Конденсаты бесцветны, либо окрашены в светло-желтый цвет; содержат незначительное количество серы (0,04—0,09%) и имеют ничтожную кислотность. В них отсутствуют смолистые вещества и непредельные углеводороды. По своему хими-

ческому составу конденсаты, так же как и нефти, заметно различаются между собой. Большинство из них имеет метановый характер и содержит одновременно заметное количество ароматических углеводородов.

Указанный состав конденсатов предопределяет возможность переработки их на товарные продукты без процессов очистки. Конденсаты путем разгонки могут быть превращены в два товарных продукта — автомобильный бензин и дизельное топливо.

Таким путем может быть получено около 70% автомобильного бензина и до 30% дизельного топлива.

Бензины, получаемые из конденсатов, имеют октановое число примерно 52—68. Октановое число бензина, полученного из степновского конденсата, равно 55, из шебелинского — 61, из усть-вилуйского — 68.

Дизельные топлива, получаемые из изученных до сих пор конденсатов, отличаются высокими цетановыми числами (45—58), температурой помутнения от минус 17° (например, из шебелинского конденсата) до ниже минус 68° (из усть-вилуйского конденсата) и температурой застывания от минус 36° до ниже минус 68°.

Конденсаты, получаемые непосредственно после их выделения на промысле, подвергаются стабилизации для удаления растворимого в них газа.

Количество вновь открываемых месторождений с наличием конденсата с каждым годом увеличивается. Месторождения расположены в самых различных частях страны. Переработку конденсата на товарные продукты целесообразно производить непосредственно на промысле, а готовые товарные продукты можно использовать в районах месторождений и вывозить их ближайшим потребителям либо по железной дороге, либо, что в отдельных случаях может оказаться выгодным, передавать по трубопроводам небольших диаметров.

Произведенные предварительные расчеты издержек по переработке конденсата в бензин и дизельное топливо для установки производительностью в 80 тыс. т в год показали, что себестоимость одной тонны бензина или дизельного топлива будет ниже себестоимости указанных продуктов на нефтеперерабатывающих заводах.

Выделение конденсата из газа совершенно необходимо не только для получения из него ценных моторных топлив, но и для транспорта газа по магистральным газопроводам, так как конденсат, если он не будет выделен, оседает в газопроводе и создает жидкостные пробки.

Содержание пропана и бутана в газе газоконденсатных месторождений обычно не велико и не превышает 1%. Однако в газе Кара-Дагского месторождения этих углеводородов содержится 2,5%, в связи с чем следует признать правильным

предложение бакинских работников извлекать эти углеводороды из газа.

Конденсат может служить также в качестве сырья для получения абсорбционного масла и других продуктов. Проведенные научно-исследовательские и опытные работы показали, что конденсаты могут быть использованы и как сырье для получения многих ценных химических продуктов.

Химическая переработка газов

Природные и нефтяные попутные газы, как уже указывалось, являются ценным сырьем для производства многих химических продуктов. Поэтому наряду с использованием газа для бытовых нужд химическая переработка его является первоочередным направлением. Ресурсы природных газов настолько велики и так резко возрастают в ближайшие годы, что практически они представляют собой неограниченную сырьевую базу. Часто можно слышать заявления отдельных специалистов о том, что природные и нефтяные попутные газы, исходя из высокой эффективности их химической переработки, следует целиком направлять на эту цель.

Нет никаких оснований противопоставлять химическую переработку газа его использованию в качестве технологического и энергетического топлива: газа хватит для всех направлений его использования.

В области химической переработки газа до последнего времени велись споры: что экономичнее использовать для химических производств — газы нефтеперерабатывающих заводов или природные и попутные газы? Решение этого вопроса в каждом конкретном случае будет зависеть в значительной степени от того, где находятся сырьевые ресурсы газа, какие взяты направления переработки, где размещаются зоны потребления химических продуктов и т. д. Однако есть ряд общих условий, которые не могут быть не учтены при решении этого вопроса в каждом конкретном случае.

Нефтезаводские газы во многих случаях содержат этилена меньше, чем природные и попутные газы. В связи с этим, а также в связи с наличием больших ресурсов природного газа и разветвленной сети магистральных газопроводов в США в большей степени используются природные газы. Например, основным источником сырья для получения этилена там являются природные газы (табл. 16).

Из природного газа получают не только этилен, являющийся сырьем для получения полиэтилена, этилового спирта, виниловых смол, искусственного волокна и многих других продуктов, но и ряд других химических продуктов и полупродуктов: метанол, аммиак, хлорметил, четыреххлористый углерод

Источники получения этилена в США

Источники получения	1942 г.		1945 г.		1950 г.		1954 г.		1955 г.		1960 г. ¹	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Из природного газа	175	50,0	235	47,0	360	48,0	570	53,0	630	52,5	1000	50,0
Из нефтезавод- ского газа . . .	95	27,1	175	35,0	300	40,0	410	38,1	500	41,7	760	38,0
Из нефтепро- дуктов	80	22,9	90	18,0	90	12,0	95	8,9	70	5,8	240	12,0
Всего	350	100	500	100	750	100	1075	100	1200	100	2000	100

¹ По оценке зарубежных журналов.

и т. д. В ближайшее время получит промышленное применение производство ацетиленов из природного газа методом окислительного крекинга. Это даст возможность получать при небольших затратах ряд продуктов органического синтеза (ацетальдегид, уксусную кислоту, нитрил-акриловую кислоту) и многие полупродукты для производства ценных высокополимерных материалов.

Ведется строительство новых азотно-туковых заводов на газовых месторождениях. Примерные подсчеты показывают, что себестоимость азотных удобрений из природных газов примерно на 50% дешевле, чем получаемых из угля и кокса. Экономия только на капитальных затратах на один завод составляет примерно 400 млн. руб. Помимо этого, переводятся на природный газ действующие предприятия по производству азотных удобрений. Этому способствует сооружение сети магистральных газопроводов большой протяженности, охватывающей основные промышленные центры Европейской части СССР и Урала.

Всесоюзным научно-исследовательским институтом природных газов и Институтом химической физики Академии наук СССР под научным руководством акад. Н. Н. Семенова разработан процесс получения формалина из природного газа методом прямого окисления кислородом воздуха.

Формалин используется при производстве пластических масс и искусственного волокна, он находит широкое применение при изготовлении строительных материалов, в гражданском и промышленном строительстве, в сельском хозяйстве, в кожевенной промышленности и др.

Технико-экономические расчеты, выполненные НИИпластмасс, показали, что стоимость формалина, полученного окислением газа, будет примерно в два раза ниже, чем при существующем методе его получения через метанол на базе газификации угля. При этом на каждой тонне формалина будет сэкономлено около 900 руб.

Были проведены опыты по получению формалина окислением природного газа, содержащего от 5 до 20% пропана. Эти опыты показали, что выход формальдегида примерно в два раза больше, чем при окислении метана. Таким образом, при организации производства формальдегида на базе жирных газов, например, на базе отбензиненного попутного газа (после отбензинивания в газе остается до 20—25% этана и пропана), можно будет получать этот продукт значительно дешевле, чем любым другим известным в настоящее время способом, включая и способ получения из метана через метанол.

В настоящее время приступлено к промышленному внедрению разработанного процесса получения формалина из природного газа.

Производство ацетилен из природного газа. Ацетилен является важным химическим продуктом и применение его весьма обширно. Если ранее он использовался в качестве горючего для газовой сварки и резки металлов, то в настоящее время из ацетилена производятся пластмассы, синтетический каучук, синтетические волокна и другие ценные продукты.

Как известно, ацетилен может быть получен из карбида кальция и природных газов.

Ацетилен, получаемый из газа, значительно дешевле, чем из карбида кальция, особенно при использовании новых процессов. В последнее время с целью производства ацетилена все большее развитие получает электрокрекинг метана. Реакция получения ацетилена из природного газа путем электрокрекинга метана представляется в следующем виде:



В СССР, кроме электрокрекинга метана, для получения ацетилена разработан и проверен на опытной установке процесс окислительного крекинга метана. Этот метод может получить широкое распространение в районах, где отсутствует дешевая электроэнергия.

Технико-экономические расчеты показали, что ацетилен, полученный этим методом, в 2—3 раза дешевле, чем из карбида кальция.

Получение дисперсной термической сажи и водорода. ВНИИГАЗ разработал и проверил на промышленном агрегате новый процесс получения сажи с одновременным получением технического водорода. Этот процесс позволяет получить дисперсную сажу, пригодную для резиновой и шинной промыш-

ленности, и технический водород для нужд химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Получение синтез-газа. Из природного газа можно получить так называемый синтез-газ, являющийся исходным газом для производства ценных продуктов. Такой процесс разработан институтом ВНИИГАЗ и проверен на укрупненной установке.

Проектируются промышленные установки по производству синтез-газа.

Здесь перечислены далеко не все возможные методы химической переработки природных газов, а лишь наиболее разработанные и освоенные. Перед научно-исследовательскими институтами газовой и химической промышленности стоит ответственной задачей: в кратчайший срок решить ряд теоретических вопросов, касающихся новых направлений развития науки и техники газохимического синтеза, без чего невозможен дальнейший технический прогресс в этой области.

Решение в короткие сроки поставленной партией и правительством задачи по созданию мощной промышленности синтетических материалов потребует больших усилий со стороны работников савнархозов, а также научно-исследовательских и проектных организаций.

Научно-исследовательским институтам химической, нефтяной и газовой промышленности предстоит разработка в короткие сроки новых экономических процессов органического синтеза и в первую очередь работы по синтезу новых видов пластических масс, синтетических смол и синтетических каучуков, а также по разработке новых методов производства высококачественных полупродуктов для них на основе использования попутных, природных и других видов газов. Неотложным делом является разработка эффективных процессов получения в больших количествах ароматических углеводородов из жидких продуктов нефтепереработки, конденсата, получаемого на газовых месторождениях, и газового бензина с газобензиновых заводов.

Вместе с тем необходимым условием быстрого развития промышленности органического синтеза является обеспечение ее современным высокопроизводительным оборудованием и в первую очередь высокоэффективной ректификационной и адсорбционной аппаратурой, компрессорами высокого давления и реакторами, холодильными установками и т. д. В больших размерах должно быть увеличено производство средств автоматики и контроля химических производств. Наша машиностроительная промышленность располагает всеми возможностями для успешного выполнения этой задачи.

Должна быть организована подготовка кадров инженеров и техников, квалифицированных рабочих для быстро растущих химической и газовой промышленности.

Глава третья

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ГОРОДОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Последовательно проводя ленинскую генеральную линию на преимущественное развитие тяжелой промышленности, создавая новые отрасли промышленности, Коммунистическая партия Советского Союза и Советское правительство принимают решительные меры по развитию и благоустройству наших городов, расширению жилищного строительства. Постановление Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР от 31 июля 1957 г. «О развитии жилищного строительства в СССР» предусматривает достижение в кратчайшие сроки огромного прироста жилого фонда с тем, чтобы в ближайшие 10—12 лет покончить с недостатком жилья в стране. Важным фактором в улучшении культурно-бытовых условий трудящихся является газификация городов и населенных пунктов. На примере Москвы и Ленинграда можно проиллюстрировать проведенные значительные работы по газификации.

В Москве газ впервые был применен для освещения улиц в конце шестидесятых годов прошлого столетия. Пламя его было слабым и коптящим — на газовом заводе вырабатывался газ низкого качества. И все же газ был лучше и удобнее керосиновых фонарей.

В последующие годы газ начали применять для бытовых нужд, однако им пользовались только привилегированные семьи.

В тот период Москва была одним из наиболее отсталых в отношении газификации городов. В Москве на одного человека приходилось в год не более 10 м^3 , в Лондоне 176 м^3 , в Брюсселе 116 м^3 , в Париже 108 м^3 газа.

Газовое производство в старой Москве считалось сомнительным делом. Крупные домовладельцы не желали тратить средств на подводку газа, а царское правительство вообще не было заинтересовано в развитии газового хозяйства.

Популярная газета того времени «Копейка» писала, что в 1867 году в Москве насчитывалось около 6 тысяч газовых

фонарей, и понадобилось 25 лет, чтобы это число увеличилось на три тысячи.

Невниманием к развитию газового хозяйства воспользовались иностранные фирмы, построившие и владевшие небольшим газовым заводом в Москве.

«Мы недавно видели тупое любопытство, с которым жители Москвы глядели на прорытие мостовых столицы и на погружение в землю труб для текучего газа; никто не был поражен, что английская компания прокладывает английские трубы в московскую почву для проведения по ним газа, который будет добываться из английского каменного угля».

Так с грустью писал в 1894 г. И. Киреевский в своей книге «Современное состояние химических заводских производств».

Максимальная выработка газа на Московском заводе в 1912—1915 гг. составляла 17 млн. м³ в год. В период восстановления народного хозяйства газовый завод был реконструирован и уже в 1940 г. производил газа 176 млн. м³, или в 10 раз больше, чем в 1917 г.

Важное значение для газификации Москвы имело постановление СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 10 июля 1935 г. «О генеральном плане реконструкции г. Москвы», в котором указывалось: «Учитывая недостаточность мощности существующего в Москве газового завода для удовлетворения самых неотложных нужд города, обязать НКТП путем развития дальнего газоснабжения Москвы обеспечить подачу газа в город к 1945 году до 600 млн. м³ в год»¹.

Во исполнение этого решения развернулись серьезные работы по газификации города: в 1940 г. было газифицировано свыше 62 тыс. квартир вместо 2700 квартир в 1913 г. Решающее значение для газоснабжения Москвы имели сооружение и ввод в действие в 1946 г. газопровода Саратов—Москва. В 1951 г. было завершено строительство крупнейшего газопровода из месторождений Предкарпатья в Москву; в этот же год был введен в эксплуатацию коксогозовый завод под Москвой. В 1955 г. близ Тулы сооружен Щекинский газовый завод и газопровод от него в Москву.

В 1956 г. был построен крупнейший в Европе газопровод Ставрополь—Москва, что позволило резко увеличить размеры газоснабжения столицы до 4,5 млрд. м³ в 1958 г. (рис. 7).

В 1957 г. газом пользовалось свыше 500 тыс. квартир, а протяженность городских газовых сетей составила около 4000 км, или в 5 раз больше протяженности газопровода Саратов—Москва.

¹ О генеральном плане реконструкции гор. Москвы, Партиздат, 1935.

Газовое хозяйство Ленинграда начало развиваться давно. В 1820 г. было впервые произведено испытание уличного газового освещения, однако широкое распространение этот вид освещения получил после восстания декабристов, когда охваченный страхом царь жаловался на темноту петербургских улиц.

В связи с этим в тридцатых годах XIX столетия был построен небольшой завод для производства газа из угля, доставляемого в Петербург морем из Англии.

Использование газа для бытовых нужд было мизерным: за Васильевской заставой в 1914 г. газом пользовалось 1000 квартир, на Петроградской стороне — 2000 квартир, а на Выборгской стороне газ получали жители только одного дома.

В годы Советской власти коренным образом улучшилось газоснабжение города. Выступая на XVII съезде партии, С. М. Киров говорил: «Громадным будет завоеванием для промышленности нашей области, если мы дело сланцев освоим». Для обеспечения газоснабжения Ленинграда в короткие сроки построены крупнейшие предприятия по выработке из сланцев бытового газа и химических продуктов в Эстонской ССР и Ленинградской области. Снабжение газом Ленинграда началось в 1949 г.

К началу 1958 г. в Ленинграде было газифицировано свыше 270 тыс. квартир, более 3 тыс. различных коммунально-бытовых, учебных, лечебных предприятий и учреждений, хлебозаводов.

К началу 1958 г. в СССР газифицировано свыше 150 городов и 200 рабочих поселков, уже многие миллионы жителей пользуются газом. Природный газ получают, кроме Москвы, Киев, Саратов, Львов, Баку, Сталинград, Куйбышев, Брянск и многие другие. В последние годы все большее развитие получает использование в городах и поселках нефтяных газов, полученных попутно с нефтью, — этот газ получают Уфа, Казань, Горький и другие. Искусственным газом, вырабатываемым из сланцев и углей, снабжаются кроме Ленинграда, Рига, Сталино, Выборг, Таллин, Кохтла-Ярве, Челябинск и др.

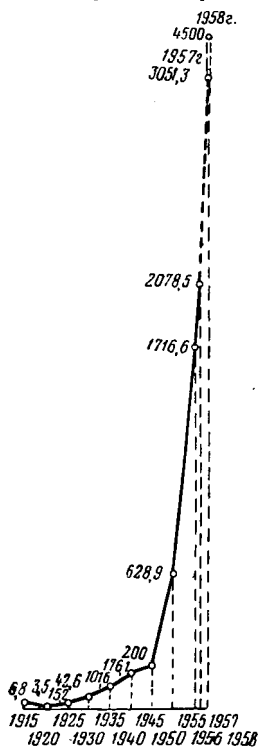


Рис. 7. График роста подачи газа в Москву.

Свыше 60 городов и населенных пунктов применяют для газификации квартир сжиженные газы, вырабатываемые на газобензиновых и нефтеперерабатывающих заводах.

Основные направления газоснабжения городов

Топливоснабжение многих наших городов основано на использовании дров, керосина и каменного угля, что приводит к низкому к. п. д. топливопотребляющих установок. Существенным недостатком использования для коммунально-бытовых нужд твердого топлива, в первую очередь угля, является выброс в атмосферу значительных количеств золы и вредных газов. Развитие газоснабжения городов и поселков, помимо большой экономической эффективности, приводит к улучшению санитарно-гигиенических условий жизни населения.

Городское газоснабжение является неотъемлемой составной частью общего хозяйства города и неразрывно связано с жилищным строительством. Капитальные затраты на газификацию, расход труб и аппаратуры зависят от плотности застройки населенных пунктов, этажности жилых зданий.

По подсчетам института Ленгипроинжпроект капиталовложения и затраты труб при газоснабжении природным газом 1000 жителей составляют в зависимости от плотности застройки:

протяженность городских газопроводов	0,7—3,5 км
первоначальные капитальные затраты в строительство газопроводов	80—320 тыс. руб.
расход труб	16—45 т

В зависимости от этажности жилых зданий эти затраты на сто квартир без газифицированных ванных комнат приведены в табл. 17.

Таблица 17

Здания	Расход металла, т	Капитальные затраты, тыс. руб.
Одноэтажные дома районов усадебной застройки	26,6	320
Одноэтажные дома городской застройки	16,9	264
Малозэтажный жилой фонд (2—3 этажа)	7,97	133
Многоэтажные здания	5,31	102

В домах с газифицированными ванными комнатами затраты труб при малозэтажном жилом фонде на 100 квартир составляют 70 т, при многоэтажном — 7,42 т, а капитальные затраты соответственно 190 и 160 тыс. руб.

Из приведенных данных видно, что расход металла и капитальные затраты на газификацию квартир во много раз ниже при многоэтажной застройке.

Укрупненные показатели
(природные)

Показатели	Крупные города 1				
	система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	отопление	итого
Капиталовложения, тыс. руб.	120,0	390,0	20,0	30,0	560,0
Трубы, <i>т</i>	18,0	21,9	0,7	1,5	42,1
Количество газовых плит, шт.	—	—	—	—	250
Количество газовых коло- нок, шт.	—	—	—	—	68
Количество счетчиков, шт.	—	—	—	—	245
Газораспределительные се- ти, <i>км</i>	0,8	—	—	—	0,8
Квартиры, ед.	—	238	—	—	238

1 Крупные города — с населением свыше 300 тыс. чел.
Средние города — с населением 100—300 тыс. чел.
Малые города — с населением до 50 тыс. чел.

Укрупненные показатели
(сжиженные)

Показатели	Крупные города				Средние города			
	система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	итого	система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	итого
Капиталовложения, тыс. руб.	—	470,0	10,0	480,0	—	425,0	10,0	435,0
Трубы, <i>т</i>	—	23,5	0,5	24,0	—	19,1	0,4	19,5
Плиты, шт.	—	—	—	250	—	—	—	250
Счетчики, шт.	—	—	—	190	—	—	—	150
Баллоны, шт.	—	—	—	60	—	—	—	100
Квартиры, ед.	—	238	—	—	—	241	—	—
Сети, <i>км</i>	0,54	—	—	0,51	0,46	—	—	0,46

Примерные технико-экономические сравнительные укрупненные показатели по газоснабжению городов, разработанные Ленгипроинжпроект для различных групп населенных пунктов, приведены в табл. 18, 19, 20 и 21.

Таблица 18

на 1000 жителей
(природные
газы)

Средние города 1					Малые города 1				
система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	отопление	итого	система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	отопление	итого
140,0	460,0	20,6	30,0	650,0	190	500	20	35	745,0
20,0	27,3	0,6	2,1	50,0	24,0	30,3	0,6	2,4	57,3
—	—	—	—	250	—	—	—	—	250
—	—	—	—	50	—	—	—	—	40
—	—	—	—	247	—	—	—	—	250
0,97	—	—	—	0,97	1,36	—	—	—	1,36
—	241	—	—	241	—	243	—	—	243

Таблица 19

на 1000 жителей
(газы)

Малые города				Поселки				Сельские местности			
система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	итого	система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	итого	система рас- пределения газа	газоснабжение жилфонда	газоснабжение ком.-быт. уч- реждений	итого
—	420,0	10,0	430,0	—	300	10	310	—	300	10	310
—	7,9	0,4	8,3	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	250	—	—	—	250	—	—	—	—
—	—	—	110	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	140	—	—	—	263	—	—	—	220
—	243	—	—	—	240	—	240	—	200	—	200

Укрупненные показатели
(искусственные)

Показатели	Крупные города			
	система распределения газа	газоснабженные жилфонды	газоснабженные ком.-быт. учреждений	итого
Капиталовложения, тыс. руб.	120,0	410,0	20,0	550,0
Трубы, т	18,0	28,9	0,7	47,6
(остальные показатели такие же, как и в табл. 18 и 19)				

Из этих таблиц видно, что затраты средств и металла меньше при снабжении населенных пунктов сжиженными газами: расход труб в средних и малых городах в 6—7 раз ниже, чем при газоснабжении по трубам. При этом в расчетах принято, что в больших и средних городах снабжение сжиженными газами осуществляется с центральных станций по трубопроводам, а одноэтажные дома — в баллонах; в малых городах малоэтажные дома снабжаются сжиженным газом от групповых установок, в поселках и сельской местности — только в баллонах. Эти преимущества использования сжиженных газов для газификации населенных пунктов не означают, что другие виды газов (природные, искусственные) не должны широко внедряться для коммунально-бытовых нужд. Все эти газы должны применяться в различных районах в зависимости от их особенностей (наличие газа, его стоимость в сравнении с другими видами топлива и т. д.).

Исходя из намечаемых темпов развития газовой промышленности на ближайшие пятнадцать лет, газификация городов и поселков будет зависеть не от размеров добычи и производства газа, а от наличия материальных ресурсов для газификации. При установившихся нормах расхода газа (примерно 150 м³ на одного жителя в год) достаточно израсходовать 15 млрд. м³ газа в год, чтобы снабдить газом половину населения нашей страны.

Густая сеть магистральных газопроводов, сооружаемых в Европейской части СССР и на Урале, и значительные ресурсы природного, искусственного и сжиженных газов позволяют снабдить газом в ближайшие семь лет не менее 400—500 городов и населенных пунктов. При этом города и поселки будут снабжаться главным образом природным газом. Примерные расчеты показали, что имеются возможности снабдить

на 1000 жителей
газы)

Средние города				Малые города			
система распределения газа	газоснабженные жилфонды	газоснабженные ком.-быт. учреждений	итого	система распределения газа	газоснабженные жилфонды	газоснабженные ком.-быт. учреждений	итого
140,0	480,0	20,0	640,0	190,0	515,0	20,0	725,0
20,0	32,6	0,6	53,2	2,40	35,3	0,6	59,9

газом 40—50 млн. чел. В городах в многоэтажные, малоэтажные (2—3 этажа) и значительную часть одноэтажных домов целесообразно подавать газ по трубам. Мелкие же разбросанные участки с усадебной застройкой, а также небольшие города, рабочие поселки и населенные пункты сельской местности наиболее целесообразно снабжать сжиженными газами с доставкой его потребителям в баллонах на автомашинах, или в автомобильных, или железнодорожных цистернах с последующим сливом сжиженных газов из них в стационарные емкости и уже оттуда по газопроводам в квартиры.

Сжиженные газы для коммунально-бытовых нужд у нас используются недостаточно: мало еще баз этих газов, наполнительных станций, не хватает цистерн для перевозки их от мест производства (газобензиновые и нефтеперерабатывающие заводы) до потребителей. Между тем имеется положительный опыт использования сжиженных газов для газификации городов и поселков. Особенно много сделано в этом отношении в Москве, городах Украинской ССР и Российской Федерации.

Применяемые для газификации квартир сжиженные газы представляют собой смесь предельных углеводородов C₂ и C₄ (пропан, бутан и др.) либо указанные углеводороды раздельно — бутан, пропан (табл. 22).

Как видно из данных табл. 22, сжиженные газы отличаются высокой calorийностью и занимают малый объем. Именно поэтому их можно транспортировать на большие расстояния от пунктов производства до потребителей.

Сжиженные газы перевозят по железной дороге в специальных цистернах (рис. 8), заполняемых на 0,85 объема, и в автоцистернах (рис. 9). В нашей практике применяются железнодорожные бутановые цистерны емкостью 60 м³, в них бутан перевозится при рабочем давлении 8 кг/см²; пропановые 35 м³,

Показатели использования твердого, жидкого и газообразного топлива в коммунальном хозяйстве (по данным Ленгипроинжпроект)

Виды погрелений	Вид твердого и жидкого топлива, %	Основные виды топливно-потребляющих приборов	К. п. д. использования твердого и жидкого топлива	К. п. д. использования газовых приборов	Соотношение к. п. д. использования газа к твердому и жидкому топливу
Коммунально-бытовые потребители					
а) приготовление пищи и горячей воды	Керосин—50	Керосинка, примус, угольно-дровяная плита	0,3	0,6	2
	Дрова—30 Уголь—20		0,12 ¹	0,6	5
б) приготовление горячей воды для ванн	Дрова	Ванная колонка	0,5	0,8	1,6
Бани и прачечные	Уголь	Котлы малой производительности	0,5	0,7	1,4
Общественное питание, детские, лечебные и учебные заведения .	Дрова—50	Ресторанная плита	0,3	0,65	2,17
	Уголь—50				
Хлебозаводы	Уголь	Печи ФТЛ-2	13,9	24,0 ²	1,73
Отопление					
Отопление жилых и общественных зданий .	Дрова—40	Бытовые печи, котлы малой производительности	0,6	0,85 ³	1,4
	Уголь—60		0,5	0,7	

¹ Ряд авторов расчетный к. п. д. угольно-дровяных плит принимает равным 0,1.

² При сжигании газа непосредственно в пекарной камере к. п. д. составляет 45,7%.

³ По последним опубликованным работам к. п. д. бытовых отопительных печей на газе может быть доведен до 0,90—0,92.

Характеристика сжиженных газов

Наименование параметров	Бутан C_4H_{10}	Пропан C_3H_8	Этан C_2H_6
Относительный вес газа (воздух = 1)	2,004	1,521	1,037
Удельный вес жидкости, $кг/л$	0,582	0,509	0,446
Температура кипения, $^{\circ}C$	+0,6	-44,5	-88,7
Теплоемкость газа, $ккал/кг$:			
при постоянном давлении	0,458	0,475	0,413
при постоянном объеме	0,414	0,413	0,338
Объем паров на 1 $кг$ жидкости, $м^3$	0,406	0,535	0,785
Теплота сгорания при 15° и 760 $мм$, $ккал/м^3$	27,400	21,022	14,492
Температура горения, $^{\circ}C$	2057	2043	2020
Пределы воспламеняемости (% газа) в смеси:			
высший	8,4	9,5	12,5
низший	1,9	2,3	3,2
Температура воспламенения, $^{\circ}C$	475—550	510—580	530—605

рассчитанные на рабочее давление 20 $кг/см^2$, в этих цистернах можно транспортировать и смесь бутана с пропаном.

С учетом коэффициента заполнения цистерн и удельного веса жидкости в них можно перевезти соответственно 26 и $14,5$ $т$ сжиженных газов.

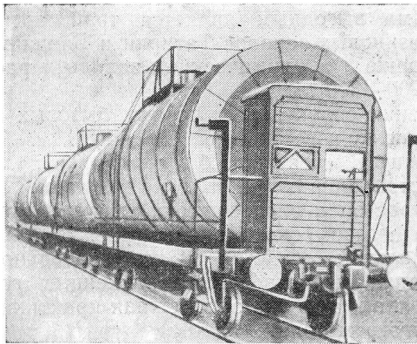


Рис. 8. Железнодорожные цистерны для перевозки сжиженных газов.

Из железнодорожных цистерн сжиженные газы сливают в стационарные емкости, размещаемые чаще всего под землей. В зависимости от емкостей на складах сжиженных газов могут храниться значительные количества этого горючего; в круп-

ных населенных пунктах обычно хранится двухнедельный запас.

Сжиженные газы могут транспортироваться к потребителям с заводов также и по трубопроводам небольших диаметров. Однако, как показали расчеты, приведенные в табл. 23, несмотря на выгодность этого вида транспорта, сжиженные газы можно перекачивать на сравнительно близкое расстояние (100—300 км). Поэтому трубопроводный транспорт сжиженных газов целесообразно применять тогда, когда требуется

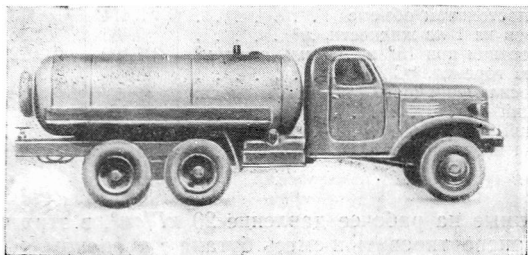


Рис. 9. Автомобильные цистерны для перевозки сжиженных газов.

передать большие количества крупным потребителям. Так, например, весьма выгодным является транспорт сжиженных газов с газобензиновых заводов Татарии и Башкирии на нефтеперерабатывающие и химические заводы, расположенные в радиусе до 200—300 км.

Для снабжения сжиженными газами бытовых потребителей населенных пунктов известны два способа.

1. Баллонное газоснабжение, когда у каждого потребителя устанавливаются баллоны с газом.

Наиболее простой и экономически выгодной является установка баллона с газом около плиты (рис. 10). При этом требуются минимальные средства и исключительно мало труб. Многолетний опыт использования сжиженных газов в наших городах и поселках, а также зарубежная практика показывают безопасность этого метода.

В других случаях (например в Москве) устанавливают два баллона с сжиженным газом у домов (на улице) в специальных металлических шкафах, от которых газ подается в квартиру по трубам. При таком способе требуется металл на шкафы и сравнительно большое количество труб.

Необходимо всемерно внедрять баллонное газоснабжение в первую очередь в городах и поселках, удаленных от источников снабжения природным или искусственным газом. Для

Показатели транспорта сжиженных нефтяных газов по железной дороге и по трубопроводам

Показатели	Единица измерения	Маршрут		
		Туймаза — Уфа	Шкапово — Стерлитамак	Миннибаево — Ставрополь (Куйбышевская обл.)
Намечаемое для транспорта количество сжиженных нефтяных газов в год	тыс. т	120	300	170
Показатели перевозки сжиженных газов по железной дороге				
Расстояние перевозки	км	200	845	700
Металловложения в подвижной состав	тыс. т	0,5	1,8	2,2
Капиталовложения в подвижной состав	млн. руб.	2,0	7,5	8,6
Себестоимость транспорта 1 т в пункт назначения	руб.	10—01	16—39	32—01
Показатели транспорта сжиженных нефтяных газов по трубопроводу				
Протяженность трубопровода	км	180	155	250
Диаметр и толщина стенок труб	мм	108×5	108×5	108×5
Металловложения в трубопровод	тыс. т	2,3	3,0	2,3
Капиталовложения	млн. руб.	13,9	14,6	16,1
Себестоимость транспорта 1 т в пункт назначения	руб.	8—15	4—65	11—50
Отклонения показателей транспорта сжиженных нефтяных газов по трубопроводу от показателей транспорта их по железной дороге (—экономия, + увеличение расходов):				
по металловложениям	тыс. т	+1,8	+1,2	+0,1
по капиталовложениям	млн. руб.	+11,9	+7,1	+7,5
по себестоимости транспорта 1 т в пункт назначения	руб.	-1,86	-11,74	-20,60

этого должно быть широко организовано производство баллонов различных типов (для квартир, дач, для туристов, которые могли бы поместить баллон в багажник и пользоваться в пути газом для приготовления пищи и горячей воды), а также приборов (регуляторы давления, вентили и др.).

2. Централизованное газоснабжение бытовых потребителей сжиженным газом из емкостей, обслуживающих поселок или большую группу домов. При этом способе сжиженный газ вначале испаряется и в газообразном виде подается по трубопроводам в квартиры (рис. 11).

Сжиженный газ на установку централизованного газоснабжения доставляют железнодорожными или автомобильными цистернами и сливают в емкости, откуда при помощи на-

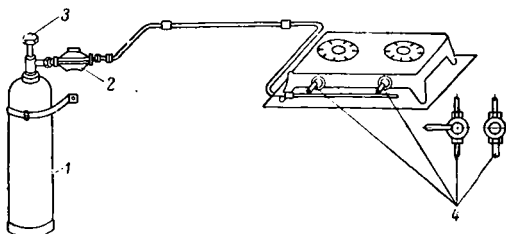


Рис. 10. Схема установки баллона сжиженного газа непосредственно на кухне с двухконфорочным таганком (вместо таганка может быть установлена газовая плита).

1—баллон; 2—редуктор; 3—вентиль баллона; 4—краны таганка.

сосов перекачивают в теплообменники; в последних происходит испарение сжиженного газа при помощи пара.

Газ поступает в газораспределительную станцию, а из нее в газопроводы.

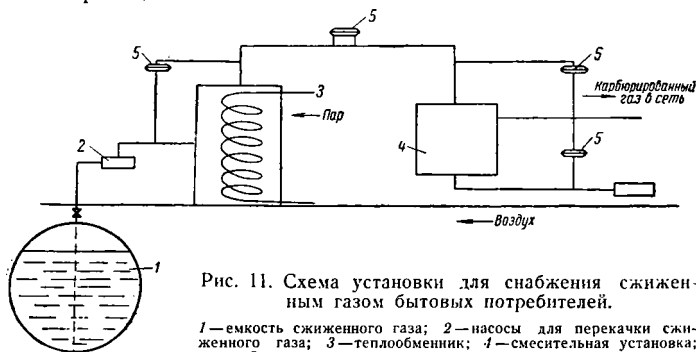


Рис. 11. Схема установки для снабжения сжиженным газом бытовых потребителей.

1—емкость сжиженного газа; 2—насосы для перекачки сжиженного газа; 3—теплообменник; 4—смесительная установка; 5—система автоматики, регулирования и контроля.

Мы указали на возможности использования для газификации городов и поселков природных и сжиженных газов. Кроме этих газов, для коммунально-бытовых нужд будут использоваться искусственные газы коксовых печей, получаемые из сланцев и углей, из тяжелых остатков переработки нефти и т. д. Наибольшие перспективы использования этих газов имеются в районах размещения коксохимических заводов (Донбасс, Урал), газосланцевых заводов (Эстонская ССР, Ленинградская область), а также районе Восточной Сибири

и Дальнего Востока, где намечается сооружение газовых заводов на базе комплексной переработки углей, добываемых открытым способом, с получением химических продуктов, а также переработки тяжелых нефтяных остатков.

Исходя из принятого курса развития газовой промышленности на базе природных газов, для газификации городов и поселков будут использованы главным образом эти газы, что видно из следующих примерных данных о намечаемом расходе газов в 1965 г. для коммунально-бытовых нужд (в %):

Природные газы	80—85
Сжиженные газы	10—12
Искусственные газы	10 - 3

Намечаемое развитие газовой промышленности позволит в ближайшие годы решить задачу газоснабжения крупнейших экономических районов центра, северо-запада, Белоруссии, Закавказья, Урала, Средней Азии.

В районе центра после ввода второй трубы газопровода Ставрополь—Москва и газопровода из краснодарских месторождений станет возможной газификация таких городов, как Липецк, Сталино, Макеевка, Жданов, Ярославль, Рыбинск, города Московской области и др. Природным газом тех же краснодарских месторождений будут обеспечены города Крымской области и прежде всего Севастополь, Симферополь, Ялта и др.

Сооружение газопроводов от месторождений Украинской ССР в районе запада и северо-запада позволит газифицировать города Белорусской ССР — Минск, Барановичи, Гомель, города Прибалтики — Ригу, Вильнюс, Каунас и др. Газ украинских месторождений получают Одесса, Николаев, Кривой Рог, Никополь и др.

В районе Закавказья важное значение будет иметь строительство и ввод в действие газопроводов Баку—Кировабад—Акстафа—Тбилиси и Акстафа—Ереван, что позволит снабдить газом многие города Азербайджана, Грузии и Армении.

Использование вновь открытых газовых месторождений вблизи г. Бухары делает реальным осуществление задачи газоснабжения городов Узбекской и Казахской ССР.

Города Урала—Свердловск, Челябинск, Пермь, Соликамск, Березники получают газ из месторождений Коми АССР, Березова, Тюменской области, Поволжья и Узбекистана.

Такой значительный размах газификации городов потребует решения многих важных проблем. В связи с проводимым в нашей стране огромным жилищным строительством надо, чтобы в новых жилищах в городах, подлежащих газификации, работы по прокладке газовых сетей и оборудованию квартир проводились в процессе строительства, что обеспечивает значительную экономию государственных средств за счет:

а) отказа от установки угольно-дровяных плит, обычно относимых при последующей газификации зданий, устройства дровяных сараев и т. п.;

б) уменьшения затрат, связанных с газификацией зданий.

Для обеспечения газоснабжения городов должно быть произведено большое количество труб, газовых плит, колонок для



Рис. 12. Четырехконфорочная плита.

ваннных комнат, газовых счетчиков, баллонов для сжиженных газов. Помимо этого, должно быть организовано массовое производство газорегулирующей аппаратуры, горелок и запорных устройств, газовых отопительных и пищеварочных котлов, прачечного оборудования, бытовых отопительных газовых приборов, холодильников и т. п., а также фитингов, крепежных материалов, гидроизола и прочих массовых изделий, необходимых для газификации жилых и общественных зданий, коммунально-бытовых и промышленных предприятий.

Следует особо подчеркнуть необходимость улучшения качества выпускаемой аппаратуры. В этом отношении можно перенять опыт Чехословакии, которая производит различные типы газовых плит с применением автоматики.

В Москве заводом «Газоаппарат» в 1957 г. изготовлена четырехконфорочная плита нового типа (рис. 12), испытания которой дали хорошие результаты. Этим же заводом освоено выпуск домашних холодильников, расходы по эксплуатации которых значительно меньше, чем электрохолодильников. Московский завод «Искра» начал производство нового типа быстродействующих газовых водонагревателей с многоточечным разбором воды.

Горячую воду из такого водонагревателя можно будет подавать в кухню, ванную комнату, к умывальникам и раковинам для мытья посуды. Наряду с этим в Москве начат выпуск и других водонагревателей автоматического действия (запас горячей воды 80 и 120 л).

Много предстоит сделать в направлении дальнейшего совершенствования схемы газового хозяйства городов, в частности, более широкого внедрения автоматики и телеуправления.

Глава четвертая

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Осуществление намеченных мероприятий по резкому развитию нашей газовой промышленности принесет народному хозяйству большой эффект, который сводится к следующим основным показателям:

а) радикальное улучшение структуры топливного баланса страны;

б) обеспечение промышленности ценным сырьем для получения химических продуктов, а также квалифицированным технологическим топливом;

в) рост производительности общественного труда;

г) значительное улучшение бытовых условий и благосостояния трудящихся;

д) экономия средств при замене газом других видов топлива.

Для удобства подсчетов и перевода различных топлив в условное топливо Госпланом СССР приняты следующие эквиваленты (применительно к периоду 1957—1960 гг.).

Газ природный	1,2	Хокасский	0,66
		Среднеазиатский	0,66
Уголь		Приморский	0,64
Донецкий	0,92	Райчихинский	0,505
Подмосковный	0,391	Уральский	0,68
Львовско-Вольский	0,82	Сахалинский	0,860
Кизеловский	0,775	Печорский	0,841
Челябинский	0,531	Силезский	0,86
Свердловский	0,47	Кушмурунский	0,53
Башкирский	0,35	Итатский	0,556
Кузнецкий	0,97	Торф	0,4
Карагандинский	0,817	Сланцы	0,27
Иртышский	0,65	Мазут	1,37
Черемховский	0,75	Моторное топливо	1,43
Забайкальский	0,66	Дизельное топливо	1,43

Из этих данных видно преимущество газа как топлива перед всеми твердыми топливами. Но не только эти данные опреде-

ляют высокую экономическую эффективность природного газа.

При определении экономической эффективности использования природного газа в различных отраслях промышленности и в городском хозяйстве следует учесть, что при применении газа в качестве топлива имеет место не только значительное сокращение расхода воздуха и тем самым резкое сокращение потерь тепла, но и более равномерное распределение температуры в камере горения. Кроме того, замена газом других видов топлива обеспечивает более легкое регулирование технологических процессов, их автоматизацию, снижение удельных расходов топлива и эксплуатационных расходов, устраняет необходимость создания складов топлива, значительно улучшает условия труда.

При выборе вида топлива следует учитывать, где природный газ дает наибольший эффект. Так, например, замена газом угля или мазута в топках котлов не даст такого эффекта, какие достигаются при применении газа в металлургической, цементной, металлообрабатывающей, стекольной и других отраслях промышленности, где газ по существу меняет процесс производства, повышает производительность агрегатов, переведенных на газ. В отдельных случаях применение газа для котлов электростанций диктуется и другими соображениями, например, необходимостью оздоровления воздушных бассейнов крупных городов.

В общей стоимости газового топлива удельный вес добычи газа не очень высок и во всяком случае ниже стоимости его транспорта. В табл. 24 приводятся данные о затратах на добычу 1000 м³ природного газа в некоторых газодобывающих районах, которые показывают, что они зависят прежде всего от размеров добываемого газа.

Таблица 24

Затраты на добычу 1000 м³ природного газа
(в руб.)

Газовые промыслы	1955 г.	1956 г.	1957 г.
Объединения Укргаз	6,78	5,80	5,00
Треста Ставропольгаз	185,70	10,85	5,78
Краснодарского управления	19,59	9,18	8,14
Треста Саратовгаз	22,31	17,50	15,53

Как видно из табл. 24, при росте добычи газа на ставропольских месторождениях затраты резко снижались. Совершенно естественным будет дальнейшее снижение затрат на добычу в связи с намечаемым бурным ростом отбора газа из этих месторождений, а также за счет внедрения автоматики и телемеханики на всех газовых месторождениях. Предварительные рас-

четы показывают, что в ближайшие шесть-семь лет себестоимость 1000 м³ природного газа на крупных месторождениях будет доведена до 2—3 руб.

Как уже указывалось, затраты на транспорт газа значительно превышают расходы по его добыче. Данные о стоимости передачи газа по газопроводам приведены в табл. 25, в которой даны средние показатели по Главгазу СССР, ведающему эксплуатацией всех магистральных газопроводов, и по двум его управлениям — Московскому и газопровода Дашава — Киев. В ведении Московского управления находятся газопроводы Саратов — Москва, Ставрополь — Москва, Брянск — Москва, Щекино — Москва; Управление газопровода Дашава — Киев ведает эксплуатацией газопроводов Дашава — Киев, Киев — Брянск, Шебелинка — Харьков и Шебелинка — Днепрпетровск.

Таблица 25.

Затраты по транспорту 1000 м³ газа
(в руб.)

	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1958 г. (план)
По Главгазу СССР	32,47	28,60	25,51	21,36
В том числе:				
Московское управление магистраль- ных газопроводов	56,03	34,30	30,18	25,69
Управление эксплуатации газопро- вода Дашава—Киев (включая газо- проводы от Шебелинского место- рождения)	22,47	24,99	19,67	9,39

Расходы по транспорту газа из года в год значительно снижаются. Дальнейшее совершенствование эксплуатации магистральных газопроводов позволит еще более снизить эти затраты.

Эффективность использования газа может быть исчислена сопоставлением с соответствующими показателями, характеризующими добычу и транспорт угля к потребителям. При этом следует учитывать, что капитальные затраты и издержки не одинаковы в различных угольных бассейнах страны. По данным института Центрогипрошахт, наименьшие удельные капитальные затраты имеют место при строительстве угольных разрезов, т. е. при добыче угля открытым способом. В Донецком бассейне удельные капитальные затраты на единицу прироста годовой мощности значительно меньше, чем в Подмосковном бассейне и Воркуте.

Институтом ВНИИГАЗ были сопоставлены затраты на добычу природного газа с соответствующими показателями, характеризующими добычу угля в Донбассе, исходя из того, что

донецкий уголь является, как указывалось, наиболее экономичным видом топлива в Европейской части СССР и обеспечивает большую часть потребности в топливе в этих районах.

При оценке удельных капитальных затрат в добыче угля принято во внимание, что без дальнейшего развития газовой промышленности добыча угля в Донбассе для удовлетворения нужд Европейской части СССР в топливе должна была бы возрасти в ближайшие годы не менее чем вдвое. Такие масштабы развития Донбасса неизбежно привели бы к ухудшению горно-геологических условий добычи (увеличение глубины разработок, уменьшение мощности пласта, увеличение удельного веса более дорогих каменных углей и др.) и значительному увеличению общебассейновых затрат по освоению новых районов.

Себестоимость добычи донецкого угля по отчетным данным в период 1945—1956 гг. колебалась в пределах 96—98 руб. за 1 т. Хотя указанные показатели достаточно стабильны на протяжении длительного периода эксплуатации бассейна, в расчетах для сопоставления с издержками по добыче газа принята проектная себестоимость 72 руб. на 1 т.

При определении капиталовложений в перевозку угля принята средняя дальность перевозок 700 км, а удельные капиталовложения рассчитаны, исходя из того, что одна половина топлива, подлежащего замещению газом, могла бы быть перевезена путем расширения существующих железнодорожных путей, а другая — за счет строительства новых железных дорог.

Транспортные издержки по перевозке угля приняты в размере 2 коп. за тонно-километр против 3,4 коп. за тонно-километр по отчетным данным за 1956 г., исходя из проектных данных, рассчитанных на удешевление стоимости перевозок в связи с переходом на тепловозную и электровозную тягу.

Исходя из указанных показателей и учитывая капиталовложения в разведку, добычу и транспорт газа на 1959—1965 гг., необходимые для обеспечения установленного прироста добычи газа за этот период, разработаны сравнительные показатели, характеризующие удельные капиталовложения и издержки в добычу донецкого угля и газа (табл. 26).

Для добычи, транспорта и использования 1 т условного топлива удельные капиталовложения в донецкий уголь превысят почти в 2,5 раза соответствующие затраты в природный газ, а удельные капиталовложения, относящиеся непосредственно к добыче угля, более чем в 13 раз превышают аналогичные показатели по разведке и добыче природного газа. Вместе с тем удельные капиталовложения в транспорт газа несколько превышают необходимые капиталовложения в железнодорожные перевозки угля.

Эксплуатационные затраты по добыче природного газа в 26 раз ниже соответствующих затрат по добыче угля, а общие затраты на добычу, дальний транспорт и использование угля —

Сравнительные показатели удельных капиталовложений и себестоимости донецкого угля и природного газа (по проектным расчетам)
(руб. на 1 т условного топлива)

Показатели	Капиталовложения		Себестоимость	
	уголь	газ	уголь	газ
Добыча	443,8	34,0	80,7	3,1
Дальний транспорт (из расчета средней дальности транспорта 700 км)	96,2	117,0	17,3	8,7
Склады топлива	16,9	—	0,7	—
Внутригородской транспорт	7,5	40,0	6,3	12,5
Всего	563,5	191,0	105,0	24,3

в 2 раза превышают соответствующие издержки по использованию природного газа.

Необходимо подчеркнуть, что приведенные показатели не полностью отражают действительную экономию общественных затрат при использовании газа. В действительности, чтобы оценить народнохозяйственную эффективность использования газа по сравнению с углем, необходимо было бы учесть, что мощные шахты производительностью 900 тыс. т угля в год, принятые в расчетах проектных показателей, строятся не менее 4—5 лет. Между тем разработка крупных газовых месторождений и строительство современных газопроводов практически осуществимы, как показал опыт строительства газопровода Страврополь — Москва, на протяжении не более полутора-двух лет. Строительство шахт и разработка угольных месторождений сопряжены со строительством больших городов и поселков.

Весьма интересны технико-экономические расчеты, приведенные в табл. 27, характеризующие зональную себестоимость угля, топочного мазута, торфа, дров и природного газа в перспективе 1965 г., определенную на основе сопоставимых проектных данных, с учетом транспортных издержек по доставке топлива в районы потребления.

Себестоимость природного газа, несмотря на передачу его в ряде мест на дальние расстояния (до 1500—2000 км), во всех районах Европейской части СССР во много раз ниже себестоимости всех других топлив и только на Урале превышает себестоимость местных сернистых мазутов.

Однако приведенные данные далеко не полностью характеризуют общую экономию общественных затрат по использованию газа, так как в них не нашли отражения различия в удельных

капиталовложениях по добыче газа и других видов топлив, а также очевидные энергетические преимущества использования природного газа, как наиболее высококачественного технологического топлива.

Таблица 27

Себестоимость топлива в экономических районах Европейской части СССР в 1965 г. в рублях на 1 т условного топлива

Районы	Уголь (подземная добыча)	Мазут	Торф	Дрова	Сланцы (подземная добыча)	Природный попутный газ
Север	105,5	111,3	85,6	213,0	—	5,0
Северо-запад	130,4	42,3	82,5	208,1	108,5	32,0
Запад	109,2	25,9	80,5	185,3	119,7	25,0
Центр	112,9	20,6	80,5	207,7	—	17,0
Юг	84,7	33,1	80,5	238,1	—	13,0
Северный Кавказ	82,5	41,5	—	259,9	—	13,0
Закавказье	104,9	35,5	—	259,9	—	17,0
Урал (принят кузнецкий уголь открытой добычи)	60,6	14,8	85,0	204,7	—	34,5

Экономическая эффективность замены природным газом других видов топлив наглядно показана в табл. 28, где на основе экспертной оценки потребности в топливе и структуры топливопотребления в отдельных экономических районах Европейской части СССР и на Урале на 1965 г. определено влияние подачи газа на снижение средней себестоимости 1 т условного топлива в этих районах.

Таблица 28

Влияние подачи природного газа на снижение средней себестоимости 1 т условного топлива в Европейской части СССР и на Урале

Районы	Потребление природного и попутного газа в 1965 г., млрд. м ³	Удельный вес газа в топливном балансе района, %		Снижение средней стоимости 1 т условного топлива за счет подачи газа, %
		1955 г.	1965 г.	
Северо-запад	7,3	—	25,2	22,0
Запад	7,5	—	18,0	23,9
Центр	35,1	1,8	26,5	30,1
Юг	18,8	2,7	16,2	15,0
Поволжье	15,0	9,5	36,8	40,0
Северный Кавказ	8,1	4,7	27,1	31,5
Закавказье	10,3	17,2	61,0	67,4
Урал	29,0	1,1	28,5	22,0

Как видно из табл. 28, снижение средней себестоимости 1 т условного топлива за счет подачи природного газа составит в Закавказье 67,4%, в Поволжье 40%, в районах центра 30,1%,

северо-запада 22%, Урала 22%. Это в свою очередь приведет к дальнейшему снижению себестоимости продукции, вырабатываемой с использованием природного газа. Важное значение имеет резкое повышение производительности труда при использовании природного газа.

Производительность труда в добыче газа по отчетным данным 1956 г. была в 18—20 раз выше соответствующей производительности при добыче донецкого угля. Увеличение масштаба производства и внедрение новейшей техники позволят уже в ближайшее время еще более удешевить добычу и транспорт газа.

Производительность труда в добыче газа в 1965 г. будет превышать производительность труда в добыче донецкого угля не менее чем в 50—55 раз. При этом принимается проектная производительность 50 т угля на одного рабочего в месяц вместо фактической 25,2 т (по отчетным данным за 1956 г.).

Развитие газовой промышленности позволит высвободить ежегодно для других нужд народного хозяйства почти 300 тыс. рабочих, а также исключает железнодорожные перевозки топлива за этот период в объеме 355 млрд. тонно-километров. Для такого объема перевозок понадобилось бы израсходовать только на собственные нужды железнодорожного транспорта свыше 18 млн. т угля.

Перейдем к рассмотрению эффективности применения газа в некоторых важнейших отраслях народного хозяйства.

Использование природного газа в черной металлургии

Использование природных газов в мартеновских печах вместо жидкого топлива, коксового газа или его смеси с доменным газом имеет важное значение. Здесь сказываются особые свойства природного газа: высокая температура горения, химическая инертность пламени, чистота и однородность состава, отсутствие остатков метана в продуктах горения. Кроме того, природный газ обладает и еще одним важным преимуществом: газ, не содержащий в своем составе сернистых соединений, совершенно не загрязняет стали, что имеет место при работе печей на угле или мазуте. Между тем общеизвестно, что наличие в топливе серы вредно отражается на качестве металла.

Необходимо еще отметить, что отсутствие в природном газе зольных продуктов горения и коррозионных соединений (например, двуокиси серы) удлиняет срок службы футеровки печи, частая замена которой приводит к снижению производительности печей и повышенным расходам на ремонт.

Горение природного газа в мартеновских печах имеет свои особенности.

Благодаря высокому содержанию водорода в молекуле метана пламя природного газа не является ярким, что затрудняет обслуживающему персоналу наблюдение за правильностью горения. Для получения яркого пламени обычно к природному газу добавляют некоторое количество жидкого топлива (мазута). При добавлении к газу примерно 20% мазута (по калорийности) получается яркое пламя, повышается его радиация и сокращается время плавки стали. Сжигание газа и мазута производится в специальных горелках. Одновременно горение обоих видов топлива дает заметные преимущества по сравнению с горением чистого природного газа, а именно: подсвеченное пламя облегчает регулирование горения, достигается лучший охват низким пламенем всей ванны печи, увеличивается количество выделяемой тепловой энергии и, наконец, повышается производительность печи.

Намечаемый в ближайшие 6—7 лет перевод действующих мартеновских печей на отопление природным газом позволит, по предварительным данным института Гипромет, увеличить их производительность до 10% по сравнению с отоплением смесью коксового и доменного газа. В 1965 г. перевод действующих мартеновских печей на отопление природным газом увеличит выплавку стали в действующих цехах примерно на 2—2,5 млн. т. Прирост производства металла на действующих заводах может быть обеспечен с меньшими капитальными затратами, чем при строительстве новых заводов. Эта экономия в капитальных затратах при использовании 10—11 млрд. м³ газа составит по укрупненным расчетам более 1 млрд. руб.

Отопление природным газом мартеновских печей позволит в то же время снизить эксплуатационные затраты только за счет сокращения расхода огнеупоров на ремонт печей и условно постоянных расходов более чем на 3 руб. на 1 т стали по сравнению с работой печей на более низкокалорийном топливе (смеси доменного и коксового газа).

При замене природным газом малосернистого мазута получается значительная экономия за счет более низкой себестоимости природного газа (с учетом транспорта газа по магистральным газопроводам).

Хорошие результаты достигнуты при использовании природного газа в нагревательных печах для стальных слитков взамен генераторного газа теплотворностью до 1500 ккал/м³, мазута или угольной пыли. Производительность этих печей повышается на 10—12%, причем значительно снижаются удельные расходы топлива.

При работе на природном газе нагревательные печи металлургических заводов переводятся на автоматическое регулирование, обеспечивается более равномерный нагрев слитков, сокращается число обслуживающего персонала.

Широкие перспективы использования природного газа в черной металлургии открываются для применения его в доменном процессе. Применение природного газа в доменном производстве позволит значительно снизить расход кокса и даст большой экономический эффект.

Теоретические расчеты показывают, что суммарная экономия при намечасмом использовании в черной металлургии до 25 млрд. м³ газа составит примерно по эксплуатационным затратам 3,5 млрд. руб. и по капиталовложениям до 10 млрд. руб.

Применение природного газа в цементной промышленности

Использование природного газа в цементной промышленности весьма эффективно, так как снижаются себестоимость цементного клинкера и удельные капиталовложения в производство цемента.

На цементных заводах громоздким является хозяйство топливоприготовления и покола угля, а при переводе вращающихся печей на газ оно становится ненужным. Более того, помольное хозяйство может быть использовано для приготовления клинкера. Себестоимость цемента снижается как за счет более низкой себестоимости топлива — газа, так и за счет исключения затрат по приготовлению топлива (размол угля), которые составляют, по данным института Гипроцемент, 7—9 руб. на 1 т готовой угольной пыли.

Себестоимость цемента при работе заводов на газе снизится также вследствие увеличения стойкости футеровки печей и снижения при этом расходов по замене футеровки.

В среднем можно считать, что себестоимость цементного клинкера при работе вращающихся печей на газе может быть снижена до 30% по сравнению с использованием угля (при учете топлива по себестоимости его добычи и транспорта).

При использовании газа значительно увеличивается производительность цементных печей за счет повышения их часовой производительности (интенсивное использование) и улучшения коэффициента использования календарного времени (экстенсивное использование).

Повышение часовой производительности печей объясняется более ровным режимом их работы на газе и уменьшением количества так называемых «тихих ходов» и остановок.

Основной причиной улучшения использования вращающихся цементных печей во времени при переходе на газ является повышение стойкости футеровки печей и в связи с этим уменьшение времени простоев печей на замену футеровки.

Повышение производительности печей позволяет на действующем оборудовании увеличить выпуск цемента и таким образом снизить удельные капиталовложения в производство цемента.

Можно привести несколько примеров из практики работы цементных заводов на природном газе. На Николаевском цементном заводе (Украинская ССР) использование оборудования повысилось на 12%. Перевод на природный газ Белгородского цементного завода позволил увеличить выпуск цемента примерно на 7—8%, снизить его себестоимость на 30—32%, затраты труда на 36% и удельные капиталовложения примерно на 25%.

Интересны данные работы на газе Брянского цементного завода. Этот завод переведен с твердого на газообразное топливо с апреля 1957 г. При этом природный газ получали 10 вращающихся цементно-обжигательных печей и 6 сушильных барабанов для сушки трепела и парокотельная завода.

Расход газа по всем потребителям достигал 820 000 м³/сутки.

В результате перевода завода на природный газ получены следующие результаты.

Улучшилось качество продукции. Качество цемента, выпускаемого заводом, возросло с 440 кг/см² при работе на угле до 495 кг/см² при работе на газе, что обеспечило рост прибыли в размере 8 руб. на 1 т цемента.

Достигнуто сокращение потребления электроэнергии, транспорта, числа обслуживающего персонала. Ликвидированы расходы по содержанию угольных отделений цехов обжига, высвобождено 56 человек обслуживающего персонала с годовым фондом заработной платы 548 тыс. руб. Уменьшена установленная мощность электрооборудования на 3500 квт, уменьшена потребность в ж.-д. транспорте для перевозки угля на 50 вагонов в сутки.

Обеспечена ритмичность работы. Стойкость футеровки вращающихся печей, как один из основных показателей цементного производства, увеличилась с 60 до 85 суток, а по отдельным печам достигла 170—220 при плане 80 суток. Рост стойкости футеровки сократил простой вращающихся печей, в связи с чем коэффициент их использования составил за апрель—сентябрь 1957 г. 0,94 в период работы на газе, а за тот же период 1956 г. при работе на угле 0,84. Это позволило увеличить выпуск продукции с единицы оборудования на 1500 т в месяц (по одной 150-метровой вращающейся печи).

Одна 150-метровая печь при работе на твердом топливе за период апрель—октябрь 1956 г. выпустила 88 941 т клинкера, а в 1957 г. за этот же период при работе на газе 97 737 т.

Наряду с улучшением качества цемента более стабильным стал режим работы печных агрегатов. Сократились тихие хода печей, наличие которых влияет на их часовую производительность, улучшилась степень подготовки материала в предшествующих технологических зонах, что ускоряет технологический процесс.

Вместе с тем значительно улучшилось санитарное состояние цехов обжига вследствие исключения пылевыведения из агрегатов (мельницы, сушильные барабаны), которые ранее были заняты переработкой технологического топлива.

Опыт использования природного газа в качестве технологического топлива свидетельствует об улучшении многих технико-экономических показателей работы завода.

Эффективность использования газа в цементной промышленности можно иллюстрировать расчетом, проведенным по укрупненным показателям (табл. 29).

Таблица 29

Изменение показателей производства цемента при переходе с угля на природный газ (%)

Показатели	При работе на угле	При работе на природном газе	
		при сохранении топливного хозяйства	при ликвидации топливного хозяйства
Себестоимость цемента	100	68	66
Удельные капиталовложения	100	75	67
Затраты труда	100	64	64

Намечаемое использование в 1965 г. примерно 9 млрд. м³ газа позволит увеличить выпуск цемента на 4—5 млн. т без дополнительных капиталовложений, что позволит сэкономить примерно 1 млрд. руб.

Эффективность использования природного газа в металлообрабатывающей промышленности

При переводе печей металлообрабатывающей промышленности на природный газ повышается их к. п. д., снижается расход условного топлива, уменьшается процент брака при термической и кузнечной обработке, уменьшается отход металла в окалину при нагреве. Так, например, обследование саратов-

Таблица 30

Расход топлива в печах саратовских металлообрабатывающих заводов

Процессы	Расход условного топлива, кг/т	
	мазут	газ
Штамповка на горизонтальноковочных машинах	320	310
Штамповка на молотах	400	380
Резка	300	280
Отжиг изделий	285	270

ских заводов, переведенных на природный газ с мазута, показало снижение расхода условного топлива в печах по ряду операций¹ (табл. 30).

На Московском заводе им. Лихачева недоотжиг в отжигательных печах при переводе их на газ снизился на 2—3%.

На Киевском станкозаводе им. Горького окалина при нагреве снизилась с 4—5% в мазутных печах до 1—2% в газовых печах. Примерно на 2% снизилась окалина в кузнечном цехе Киевского завода «Большевик» при переводе мазутных печей на газ.

Внутризаводские расходы по газовому хозяйству на металлообработывающих заводах значительно ниже, чем расходы, связанные с хранением и подачей мазута к печам. Кроме того, при работе на мазуте расходуется электроэнергия для воздуходувок.

Таким образом, при переводе печей с мазута на газ себестоимость операций нагрева или термообработки будет снижена как за счет топливной составляющей, так и за счет некоторых других элементов затрат.

Однако экономическая эффективность использования природного газа в печах металлообработывающей промышленности заключается не только в этом. При сжигании природного газа имеется возможность внедрить новые высокопроизводительные типы газовых печей — печи безокислительного скоростного нагрева, безмуфельные печи для термообработки с радиантными трубками и т. д. Если при простом переводе с мазута на газ к. п. д. печей увеличивается на 2—4%, то в печах скоростного нагрева к. п. д. достигает уже 35—40% и почти вдвое превышает к. п. д. мазутных печей. Проведенные по материалам института Гипроавтопром расчеты экономических по-

Таблица 31

Относительные показатели нагрева в мазутной и газовых печах

(в % к показателям мазутной печи)

Показатели	Мазутная печь	Газовые печи	
		обычная	скоростного нагрева
Расход условного топлива	100	92	59
Угар металла	100	66	17
Себестоимость нагрева	100	97	61
Удельные капиталовложения	100	83	52

¹ И. М. Рафалович. Природный газ как топливо металлургических печей, стр. 49, Металлургиздат, 1947.

казателей нагрева детали (шатуна двигателя) в печах различных типов подтверждают это положение¹ (табл. 31).

Значительный эффект дает также замена в металлообработке газовыми печами электропечей. В ряде процессов плавки, нагрева, термообработки, сушки электроэнергия может быть с успехом заменена другим энергоносителем, в первую очередь таким высококалорийным топливом, как природный газ, что подтверждено опытом ряда московских, киевских и саратовских заводов.

Компактные газовые печи могут быть с успехом смонтированы в поточные линии и обеспечивают значительное снижение технико-экономических показателей по сравнению с использованием электропечей. Это можно подтвердить данными, приведенными в табл. 32².

Таблица 32

Сравнительные показатели газового и электрического нагрева металла (в рублях за тонну)

Показатели	Природный газ	Электронагрев	
		индукционный	контактный
Капитальные затраты (при 4600 час. использования производственной мощности) без учета капиталовложений в добычу и транспорт топлива	10,0	275,0	155,0
Эксплуатационные расходы при себестоимости электроэнергии 10 коп/квт-ч и газа—30 руб. (1000 м ³)	133,5	195,0	167,5

Природный газ как топливо и сырье в других отраслях народного хозяйства

Природные газы широко используются на энергетические нужды — в котельных промышленных предприятий и на электростанциях.

Как уже упоминалось, использование газа на технологические нужды является наиболее квалифицированным и имеет ряд преимуществ по сравнению с его сжиганием под котлами. Однако и при использовании газа в качестве котельного топлива достигается значительный экономический эффект как за счет более низкой себестоимости газа по сравнению с другими видами топлива, так и за счет повышения к. п. д. котлоагрегатов.

¹ И. Я. Фурман. Экономическая эффективность использования природного газа в промышленности. Газовая промышленность № 2, стр. 25, 1957.

² Комплексное энергоснабжение городов. Сборник, Минск, стр. 14, 1957.

На электростанциях средние значения к. п. д. котлоагрегатов при работе на угле в зависимости от его марки колеблются в пределах 85—89%.

Опыт электростанций, работающих на природном газе, а также проведенные испытания показали, что при сжигании природного газа к. п. д. котлоагрегатов достигает 92%. Повышается также к. п. д. теплового потока, снижается расход электроэнергии на собственные нужды (отпадает необходимость в электроэнергии на размол угля, удаление золы и очистку дымовых газов). На электростанциях персонал, связанный с разгрузкой, хранением и приготовлением к сжиганию твердого топлива, составляет 15—20% всей численности работающих. Вследствие этого при переходе станции на постоянную работу на газе значительно сокращаются расходы и по заработной плате.

Иллюстрацией к изложенному выше может служить сопоставление, приведенное в табл. 33, основных экономических показателей типовой электростанции мощностью 200 тыс. квт при ее работе на угле и природном газе. Расстояние транспортирования угля и газа до станции принято условно равным 1000 км, топливо учтено по себестоимости.

Таблица 33

Показатели работы электростанции мощностью 200 тыс. квт
на угле и газе

Показатели	Единица измерения	Вид топлива		В процентах к показателям работы на угле
		уголь	природный газ	
Годовая товарная выработка электроэнергии	тыс. т/квт-ч	1101	1128	+2,4
Расход условного топлива . . .	кг/квт-ч	0,427	0,395	-7,4
Себестоимость электроэнергии	коп/квт-ч	8,7	4,6	-46,5
Удельные капиталовложения (с учетом капиталовложений в добычу и транспорт топлива)	руб. на 1000 квт-ч	49)	403	-17,7

Большой эффект получен при сжигании природного газа на электростанциях в Саратове, где паропроизводительность котлов возросла на 15—20%, а к. п. д. котлов по сравнению с работой на угле АШ на 5—7%. В то же время снижен удельный расход электроэнергии на тягодутьевые устройства в связи с уменьшением избытка воздуха и ростом паропроизводительности.

Интересны данные о работе Киевской ГРЭС-2 на природном газе вместо штыба (В. Н. Кальченко, «Экономическая эффективность использования природного газа на электростанциях.» «Газовая промышленность» № 6, 1958). Себестоимость 1 квт-ч

электроэнергии на газе составляет 14,63 коп. вместо 10,92 коп. при использовании угля АШ (штыба). Топливо при этом учтено по себестоимости.

Широкое развитие газовой промышленности и значительные размеры газа, намечаемые для отпуска на энергетические нужды, создают благоприятные условия для внедрения комбинированных парогазовых энергоустановок, схема которых разрабатывается в СССР. Такие установки могут работать на газе и жидком топливе (или комбинации этих топлив с твердым) по комбинированному паро-газовому циклу постоянного давления горения. Их преимущества заключаются в том, что при температуре перед газовой турбиной 650—700° и параметрах пара 90 ата, 500° достигнут к. п. д. 36—37%, что обеспечивает экономию топлива по сравнению с паросиловой установкой с аналогичными параметрами пара на 12—15%, а по сравнению с зарубежной установкой на 15—20%.

Важное значение имеет использование природного газа в стекольной промышленности, где в печах для плавления стекла требуются высокие температуры. В них топливо сжигается непосредственно в печах, поэтому важно, чтобы в нем не содержалось вредных примесей. В печах для получения листового стекла при применении природного газа достигается равномерное распределение температуры и яркое пламя большой длины. Еще большую роль играет газ в производстве электрических ламп, где требуется, чтобы пламя было точно сконцентрировано в одной точке и нужна наибольшая температура.

Широкое применение и большой экономический эффект достигается при использовании природного газа для обжига кирпича в бумажной, текстильной и других отраслях промышленности.

Некоторые данные об эффективности использования газа в качестве химического сырья. Для нужд химии намечается использовать к 1965 г. 5,7 млрд. м³ природных газов и до 2,5 млн. т жидких газов. Газ будет направлен для производства аммиака, ацетилен, формалина, на создание новой отрасли — промышленности органического синтеза для получения синтетического спирта, синтетического каучука и других продуктов.

Применение газа в качестве химического сырья позволит значительно улучшить технико-экономические показатели производства ценных химических продуктов и высвободить пищевое сырье (зерно, картофель, растительные жиры).

Экономия при использовании природных газов в качестве химического сырья составит в 1959—1965 гг. примерно в капиталовложениях 6,5 млрд. руб., в эксплуатационных издержках — 1,3 млрд. руб.

Подсчет эффективности велся с учетом затрат в добычу, транспорт и переработку сырья (газа или другого сырья), а для

заводов синтетического спирта — с учетом организации зернового хозяйства. Например, исходя из нормы расхода 4,2 т зерна на 1 т этилового спирта, к 1965 г. потребовалось бы создать более 100 совхозов с посевной площадью около 2 млн. гектаров. Затраты на создание одного такого совхоза составляют 30 млн. руб. (с учетом строительства, приобретения машин, переселения работников совнархозов и др.). Кроме того, потребовалось бы строительство более 30 спиртовых заводов (капиталовложения в один завод с учетом энергобазы 50 млн. руб.). Таким образом, к 1965 г. всего потребовалось бы вложений в производство спирта 4,9 млрд. руб., а при условии получения его из газа — только 2,6 млрд. руб.

В табл. 34 даны показатели производства химических продуктов на газе и других видах сырья (в %).

Таблица 34

Показатели производства химических продуктов из природного газа и других видов сырья (в %)

Продукт	Капиталовложения		Себестоимость	
	из природного газа	из другого сырья	из природного газа	из другого сырья
Аммиак	66	100	50	100
Синтетический этиловый спирт . .	53	100	80	100
Синтетический каучук	63	100	92	100
Полимеры для пластмасс	42	100	77	100
Формалин	67	100	49	100
Ацетилен	80	100	37	100

Эффективность коммунально-бытового газоснабжения определяется:

а) уменьшением расхода топлива на коммунально-бытовые и отопительные нужды в связи со значительно более высоким к. п. д. газовых приборов, чем приборов, использующих твердое и жидкое топливо;

б) уменьшением народнохозяйственных затрат на топливо, связанным с вытеснением газом из топливного баланса городов дорогостоящего и дефицитного твердого и жидкого топлив;

в) очисткой воздушного бассейна городов и резким улучшением быта трудящихся.

Следует указать, что эффективность газоснабжения лишь частично может быть выражена в стоимостной форме, так как ряд факторов, например, связанных с очисткой воздушного бассейна, резкое улучшение санитарно-гигиенических условий жизни населения городов, не может быть оценено в денежном выражении.

Уже указывалось на большое значение газового топлива в очистке атмосферы городов. Источником загрязнения воздуха

в основном являются котельные, работающие на твердом топливе и выбрасывающие значительное количество золы и вредных газов, главным образом сернистого ангидрида.

Пока используются для очистки дымовых газов только золоулавливатели. Очистка газа от серы не нашла еще практического применения ввиду отсутствия надежных конструкций, больших капиталовложений и высокой стоимости эксплуатации.

Золоуловителями оснащаются только крупные котельные, а мелкие, как правило, не оборудуются золоуловителями в связи с относительно высокой стоимостью их установки и большими эксплуатационными расходами. Например, в Ленинграде в настоящее время только около 70 котельных имеют золоуловители, в результате чего воздух города загрязнен.

По данным Государственного санитарного института, за 1955 г. в Ленинграде на 1 км^2 выпало пыли главным образом топливного происхождения (в тоннах):

в промышленной зоне	930
в жилой зоне	475
в парковой зоне	150

По данным проф. Бабаянца, концентрация сернистого газа в атмосферном воздухе Ленинграда (1940 г.) в среднем составляла (в $\text{мг}/\text{м}^3$):

в промышленной зоне	0,76
в жилой зоне	0,02
в парковой зоне	0,01

Под действием сернистых газов, содержащихся в дыме, резко усиливается коррозия металлических конструкций, в особенности железной кровли, которая в Ленинграде изнашивается в 5—6 раз быстрее, чем в сельской местности, и служит примерно 6—8 лет.

В результате загрязнения воздушного бассейна городов сернистыми соединениями, сажей и пылью разрушается также штукатурка, а фасадная краска сохраняется часто не более 1,5—2 лет.

В естественных условиях (на чистом воздухе) деревья живут 300—400 лет, в Ленинграде же жизнь деревьев сокращается в садах до 100—150 лет, а на улицах и бульварах до 60—80 лет.

Освещенность городов солнечным светом зависит от степени загрязнения воздуха взвесями дыма. При большом загрязнении воздуха необходимость в искусственном освещении возникает в городах раньше, чем в окрестностях, где воздух менее загрязнен.

По литературным данным, например, в Ленинграде непроизводительно расходуется из-за загрязнения воздуха 27% осветительной энергии.

Исключительное значение имеет коммунальное газоснабжение и для улучшения бытовых условий населения и особенно женщин, значительная часть труда которых, затрачиваемого на ведение домашнего хозяйства, связана с приготовлением пищи, мытьем посуды, топкой печей, мелкой стиркой и т. д., т. е. с трудовыми процессами, которые резко облегчаются с введением газоснабжения.

Из приведенного обзора видно, что развитие газовой промышленности приносит народному хозяйству огромный экономический эффект. Капитальные затраты в этой отрасли окупаются, как правило, в 2—4 года. Природный газ коренным образом улучшает многие технологические процессы и условия труда. Важно отметить, кроме того, что сами жители городов и населенных пунктов, пользующиеся газом, получают значительную выгоду, так как газ дешевле и удобнее всех других видов топлива.

Глава пятая

ТРАНСПОРТ ГАЗА НА БОЛЬШОЕ РАССТОЯНИЕ

Транспорт газа на большое расстояние вырастает в крупную отрасль газовой промышленности, имеющую важное значение для обеспечения подачи газа от месторождений и газовых заводов в промышленные центры и населенные пункты страны.

Техника транспорта горючих газов по магистральным газопроводам начала бурно развиваться в мировой практике только с 20-х годов текущего столетия. До этого периода газопроводы применялись лишь в городских, промысловых и заводских газораспределительных сетях.

В 30-х годах в связи с развитием коксохимической промышленности, в частности в Донбассе, и выявленными избытками коксовых газов на крупных коксохимических заводах были разработаны проекты транспорта этих газов на дальние расстояния к крупным городам и промышленным предприятиям, нуждающимся в газе как квалифицированном топливе. Тогда же были созданы генеральные схемы кольцевого газоснабжения районов восточной Украины на базе тех же коксовых газов с соответствующей перестройкой топливного хозяйства этих районов.

Но широкое развитие в СССР дальнего газотранспорта началось лишь в последние годы с созданием промышленности природных газов, быстро ставшей важной отраслью народного хозяйства.

Как известно, в 1943 г. был сооружен и пущен в эксплуатацию магистральный газопровод Похвистнево-Куйбышев длиной 160 км. В 1946 г. было завершено сооружение магистрального газопровода Саратов—Москва протяженностью 800 км, считающегося по праву первым крупным магистральным газопроводом в нашей стране. В августе 1957 г. исполнилось десять лет бесперебойной подачи газа в Москву по этому газопроводу. В 1948 г. был введен в эксплуатацию магистральный газопровод Дашава—Киев длиной 500 км, диаметром 500 мм (газопроводы

Похвистнево—Куйбышев и Саратов—Москва имели диаметр 300 мм), продленный в 1951 г. до Москвы и имеющий ныне протяженность свыше 1300 км и пропускную способность более 5 млн. м³/сутки.

В последние годы сооружены магистральные газопроводы Туймаза—Черниковск—Уфа, Бугульма—Казань с последующим продолжением до Горького и другие города, позволившие осуществлять переброску попутных нефтяных газов из районов добычи нефти на восток и северо-запад.

Наличие магистральных газопроводов позволило осуществить широко газификацию городов и поселков, территориально тяготеющих к этим газопроводам.

Открытие новых больших газовых месторождений на востоке Украины позволило осуществить в 1955 г. передачу природного газа от Шебелинского месторождения к Харькову на расстояние 80 км в количестве до 5 млн. м³/сутки; в 1957 г. был введен в эксплуатацию газопровод Шебелинка—Днепропетровск длиной 200 км, диаметром 720 мм.

После открытия крупнейших газовых месторождений в Ставропольском крае в 1955—1956 гг. был сооружен крупнейший в Европе магистральный газопровод Ставрополь—Москва длиной 1300 км, диаметром 720 мм, по которому начиная с 1958 г. передается в Москву до 10 млн. м³ газа в сутки. В настоящее время сооружается вторая параллельная линия этого газопровода, а также необходимое количество компрессорных станций для увеличения пропускной способности этой крупнейшей магистрали до 40 млн. м³/сутки. Установленная мощность компрессорных станций на этой магистрали составит 310 тыс. квт; на станциях устанавливаются не только поршневые, но и турбинные компрессоры с приводами от электродвигателей и газовых турбин.

В 1957 г. были сооружены три компрессорные станции. К концу 1958 г. на газопроводе будут работать шесть компрессорных станций.

Как указывалось, в ближайшие 6—7 лет будет построено до 26 тыс. км магистральных газопроводов для снабжения газом сотен культурных и промышленных центров страны. Разветвленная система газопроводов строится с учетом их кольцевания — как единая газотранспортная сеть Европейской части СССР и Урала.

Сооружение мощной сети магистральных газопроводов требует решения ряда сложных технических проблем. Наряду со сложностью начального освоения новой техники и сооружения объектов весьма крупного масштаба неизбежно возникли совершенно новые проблемы: например, глубины заложения газопроводов в резко различных по климатическим условиям районах, механизации строительно-монтажных работ на участках с боль-

шой протяженностью, автоматизация процессов управления эксплуатацией газопроводов и т. д. Многие из этих проблем успешно решены за небольшой период времени.

Общая протяженность магистральных газопроводов в СССР достигает в настоящее время 10 000 км; диаметры труб доведены до 820 мм, глубина заложения — 0,8—1,0 м от поверхности земли, причем на такую же глубину укладываются даже промысловые газопроводы, по которым транспортируются неосушенные попутные, нефтяные газы. Эксплуатационные давления в магистральных после компрессорных станций составляют 54—55 атм, причем изысканы возможности дальнейшего их повышения. Наряду с поршневыми компрессорами все более широкое применение получают турбокомпрессоры.

Вопросы проектирования магистральных газопроводов

Проектирование газопровода начинается с изучения трассы. В последнее время в практике проектирования газопроводов для выбора трассы применяется аэрофотосъемка. По предварительно выбранному на основании картографических материалов направлению самолет, оснащенный необходимой аппаратурой, производит съемку трассы на полосе шириной 1—1,5 км. Методом аэрофотосъемки произведены изыскания трассы газопроводов Ставрополь—Грозный, Шебелинка—Брянск, Ставрополь—Москва и др. Этот метод значительно ускоряет производство изыскательских работ, снижает затраты на выбор трассы.

После аэрофотосъемки нивелировка трассы не производится, а пикетаж по трассе разбивается камерально. На основании материалов предварительных изысканий разрабатывается проектное задание, в котором приводятся основные параметры газопровода, технические решения и технико-экономические показатели.

Для исчисления пропускной способности газопровода определяется газоемкость основных потребителей, к которым прокладывается газопровод. Газоемкость городов определяется по количеству населения с учетом его роста на 10—15-летний период. Потребность в газе промышленных предприятий определяется по объему выпускаемой ими продукции и нормам расхода топлива.

При исчислении газоемкости и пропускной способности магистральных газопроводов учитывается сезонная неравномерность потребления газа. Как известно, расход газа в населенных пунктах характеризуется значительной неравномерностью по месяцам года. В качестве примера можно привести следующие данные о колебании расхода газа в Москве за 1957 г.

Потребление газа в Москве
в 1957 г. по месяцам в % от годового
потребления

Январь	8,25
Февраль	8,01
Март	9,12
Апрель	9,18
Май	7,08
Июнь	6,92
Июль	7,42
Август	7,63
Сентябрь	7,89
Октябрь	9,42
Ноябрь	9,41
Декабрь	9,67

Итого . . . 100%

Вопрос о неравномерности газопотребления городов приобретает серьезное значение, поэтому следует на нем остановиться более подробно на примере условий газификации крупного промышленного центра — Ленинграда.

Газоснабжение Ленинграда осуществляется двумя газосланцевыми заводами — в Кохтла-Ярве и Сланцах и коксо-газового завода в Ленинграде с подачей 800—850 млн. м³ газа в год низшей теплотворностью 3300—3500 ккал/м³. Этого количества газа достаточно лишь для удовлетворения нужд населения на приготовление пищи и горячей воды и крайне ограниченного количества коммунальных предприятий. В результате неравномерного графика потребления газа наблюдаются перебои в газоснабжении города зимой и в предпраздничные дни.

Резко изменятся условия газоснабжения города после ввода в действие в III квартале 1959 г. газопровода Серпухов—Ленинград с подачей 2 млрд. м³ природного газа в год, считая по зимнему времени; в теплое время (весна, лето, осень) в связи со снижением потребления газа в Москве и других городах по трассе системы газопроводов Ставрополь—Москва подача газа в Ленинград может быть увеличена до 3,5 млрд. м³.

Таким образом, создаются специфические условия газоснабжения, которые требуют продуманного решения о сезонных или так называемых буферных потребителях, чтобы максимально использовать пропускную способность газопроводов.

Данные о примерных колебаниях в поступлении газа, по расчетам института Ленгипроинжпроект, приведены в табл. 35. Этим же институтом предложено к постоянным круглогодичным потребителям природного газа отнести те предприятия, где обеспечивается наиболее высокое повышение к. п. д., освобождается территория города от складов топлива, а воздух — от дымовых газов. К этой же категории отнесены и предприятия, расходующие наиболее дефицитные виды дальнепривозного топлива (мазут, донецкий уголь).

Поступление газа в Ленинград по месяцам
(млн. м³ в месяц)

Месяцы	Поступле- ние газа в город	В том числе	
		природного	сланцевого и коксового
Январь	266	198	68
Февраль	242	180	62
Март	265	197	68
Апрель	356	290	66
Май	368	300	68
Июнь	356	290	66
Июль	367	300	67
Август	367	300	67
Сентябрь	356	290	66
Октябрь	265	197	68
Ноябрь	256	190	66
Декабрь	266	198	68
Всего	3730	2930	800

Примечания. 1. Поступление природного газа в зимний период определяется из условия $\frac{2000 \text{ млн. м}^3}{365} \times 1,15 = 6,35 \text{ млн. м}^3/\text{сутки}$.

2. Поступление природного газа в летний период определяется из условия $\frac{3500 \text{ млн. м}^3}{365} = 9,60 \text{ млн. м}^3/\text{сутки}$.

К категории сезонных потребителей отнесены предприятия, в которых возможно использование комбинированного топлива (например, газ и уголь), хотя к. п. д. их установок при переводе топок на природный газ и повышается.

Из этих принципиальных соображений к категории постоянных круглогодичных потребителей газа отнесены следующие.

1. Все жилые дома Ленинграда и пригородов (Пушкин, Колпино, Павловск) с целью расхода газа для хозяйственных и гигиенических нужд. Как известно, газоснабжение населения, помимо других преимуществ, приводит к повышению к. п. д. использования топлива в четыре раза против дровяных плит и в 1,7 раза — керосиновых приборов.

2. Предприятия и учреждения коммунально-бытового и культурного обслуживания трудящихся (столовые, рестораны, гостиницы, школы, техникумы, институты, научные учреждения, больницы, клиники, прачечные, предприятия промкооперации, местной промышленности). Газоснабжение указанных потребителей повышает к. п. д. установок по процессам приготовления пищи в два раза, по другим процессам на 10—30%.

3. Все предприятия пищевой промышленности (хлебопеченые, хлебопекарни, кондитерские фабрики, макаронные заводы, предприятия мясной, рыбной, молочной промышленности

и т. п.). Газоснабжение этих предприятий приводит к резкому улучшению гигиеничности тепловых и технологических процессов изготовления пищевых продуктов и повышает к. п. д. использования топлив от 10 до 40% в зависимости от их вида и применяемого оборудования.

4. Промышленные предприятия Ленсовнархоза в количестве 192 (не считая хлебозаводов), расположенные в центральных районах города и на территориях, к ним примыкающих, а также те, где газ является единственным или рациональным видом топлива, или заменяет дефицитное бессернистое жидкое топливо. Газоснабжение этих предприятий обеспечивает повышение к. п. д. установок на 5—15%, повышает гигиеничность цехов, территорий и воздушной атмосферы, освобождает персонал, занятый на доставке и хранении твердого топлива, и сокращает на 50% персонал котельных.

5. Жилые и общественные здания в количестве 30 млн. м³ по наружному обмеру с целью расхода газа для нужд отопления. Газ на отопительные нужды в течение всего отопительного периода сжигается в котлах (при системах центрального отопления) и отопительных печах. Газоснабжение отопительных котельных и печей жилых и общественных зданий обеспечивает повышение коэффициента полезного использования топлива на 20—40%, но одновременно резко усложняет вопросы регулирования использования газа не только в течение всего года, но и в отопительный период.

6. Электрические станции, расположенные в центральных районах города. Подача газа электрическим станциям позволяет сократить доставку твердого дальнепривозного топлива, очистить воздух от дымовых газов.

К категории сезонных потребителей газа Ленгипроинжпроект относит:

1) промышленные предприятия Ленсовнархоза в количестве 71 с крупными котельными установками и в некоторых случаях с промышленными цехами, расположенные в центральных районах города и на территориях, к ним примыкающих; газоснабжение котельных этих предприятий производится сезонно в течение 6—8 месяцев в году, а промышленных печей, как правило, круглогодично;

2) часть электрических станций, работающих на дальнепривозном топливе.

Данные о колебаниях потреблений газа в Ленинграде приведены на рис. 13, показывающем, что подключение буферных потребителей позволяет обеспечить большой отбор газа из газопровода Серпухов — Ленинград в летний период.

Приведенный пример построения газового хозяйства Ленинграда, предложенного Ленгипроинжпроектом, имеет принципиальное значение. Дело в том, что среди многих работников газового хозяйства городов бытует мнение о невозможности обеспе-

чения равномерного приема газа в течение года без подземного его хранения. Бесспорно, подземные хранилища, о которых будет сказано ниже, резко улучшают условия газоснабжения городов и населенных пунктов. Однако в то же время становится совершенно очевидным, что при надлежащем маневрировании потребления газа сезонными потребителями, которые в течение 6—7 месяцев теплого времени года расходовали бы газ, обеспе-

млн. м³/сутки

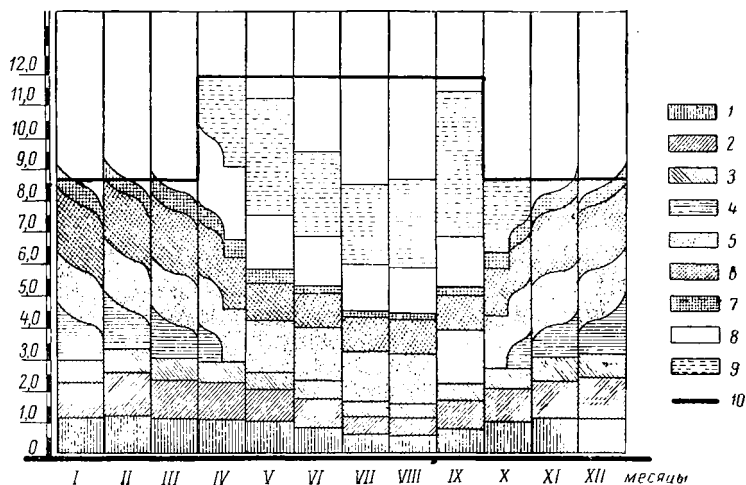


Рис. 13. График потребления газа в Ленинграде.

1 — жилыми квартирами; 2 — предприятиями и учреждениями коммунально-бытового обслуживания и местной промышленности; 3 — предприятиями пищевой промышленности; 4 — на отопление жилых и общественных зданий (30 млн. м³); 5 — в печах промышленных предприятий; 6 — в котельных промышленных предприятий (круглогодично); 7 — электростанциями (круглогодично); 8 — в котельных промышленных предприятий (сезонно); 9 — электростанциями (сезонно); 10 — проектируемый график поступления газа.

чивая использование пропускной способности газопроводов и одновременно экономя жидкое и твердое топливо, пики в потреблении газа резко снижаются.

Можно еще указать на практику работы газопровода Ставрополь — Москва. Летом 1957 г. не было буферных потребителей, и подача газа в период май — сентябрь значительно сократилась. Положение изменилось, когда газом начали пользоваться крупные сезонные потребители (например, цементные заводы, крупные электростанции и др.).

Следовательно, в ближайшее время необходимо учитывать при проектировании крупных магистральных газопроводов подключение к ним крупных сезонных предприятий; это тем более необходимо, что у нас нет еще подземных хранилищ газа.

Подземное хранение газа

Выравнивание весьма значительных месячных колебаний потребления газа путем сооружения обычных газгольдерных станций и использования в качестве емкостей конечных участков дальних газопроводов затруднительно, так как это привело бы к значительным излишним металло- и капиталовложениям.

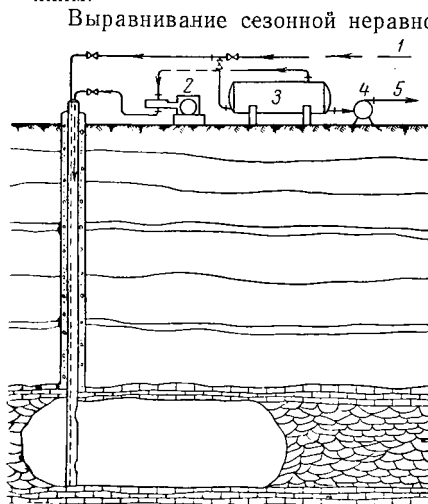


Рис. 14. Схема подземного хранения газа.

1 — газ на хранение; 2 — компрессор; 3 — выравнивающий резервуар; 4 — насос; 5 — газ из хранилища.

лищ расположено в восточных и северо-восточных районах США. В округе Хендерсон начато заполнение нового хранилища емкостью около 1 млрд. m^3 , которое является самым глубоким в мире (около 2500 м). Давление газа на устье скважин этого хранилища составляет 225 атм. Самое большое хранилище емкостью 4,2 млрд. m^3 расположено в Старк-Суммит в штате Охайо.

В зимние месяцы из подземных хранилищ в США покрывается от 28 до 50% общей потребности в газе.

Только в трех случаях в США использованы для подземного хранения водонасыщенные пористые пласты (газ замещает в них вытесненную под давлением воду).

В Европе имеется одно небольшое подземное хранилище в Западной Германии в водоносном пласте и строится одно хранилище во Франции.

возможно путем хранения избытков газа в подземных пористых породах.

Как известно, наибольшее развитие подземное хранение получило в США, где общий объем подземных хранилищ природного газа составляет около 60 млрд m^3 . Если эти хранилища полностью заполнить газом, то его хватит примерно на 70 дней газоснабжения потребителей. Крупные хранилища сооружены в истощенных нефтяных и газовых месторождениях Калифорнии, Иллинойсе, Айове, Канзасе, Мичигане, Нью-Мексико и других штатах.

Большее половины газ-

зовых подземных храни-

лищ

расположено в восточных и северо-восточных районах

США.

В округе Хендерсон начато

заполнение нового храни-

лища емкостью около 1 млрд. m^3 ,

которое является самым гл-

убоким в мире (около 2500 м).

Давление газа на устье скважин

этого хранилища составляет 225 атм.

Самое большое хранилище

емкостью 4,2 млрд. m^3

расположено в Старк-Суммит

в штате Охайо.

Схема подземного хранения газа приведена на рис. 14.

В СССР ведутся поиски подземных хранилищ газа вблизи Москвы, Ленинграда, Киева и других городов. Основная трудность здесь заключается в том, что вблизи этих городов нет истощенных нефтяных или газовых месторождений и поэтому подземное хранение газа намечается организовать в водоносных горизонтах.

Если организация подземных хранилищ в истощенных нефтяных и газовых месторождениях представляет собой простую в основном техническую задачу, не требующую для своего решения специальных научных исследований, поскольку на таких месторождениях известна и геологическая структура, и характеристика пласта, и эксплуатационная характеристика месторождения, то для организации хранения газа в водоносных пластах необходимо проведение серьезных геолого-разведочных и научно-исследовательских работ.

Эта проблема является комплексной, так как она может быть решена только совместными усилиями геолого-поисковых и буровых организаций, научно-исследовательских, проектных и производственных организаций. Для выявления и разведки благоприятных для хранения газа структур требуется проведение серьезных поисковых и буровых работ.

В этом отношении во Всесоюзном научно-исследовательском институте природных газов и Геолого-поисковой конторе Главгаза СССР, в Московском нефтяном институте им. И. М. Губкина, Институте механики Академии наук СССР ведутся научно-исследовательские работы главным образом в области газогидродинамики, из которых основными являются:

1) разработка теории вытеснения воды газом и проведение необходимых расчетов;

2) установление характера поведения газа при его закачке в водоносные пласты, особенно в пологозалегавшие;

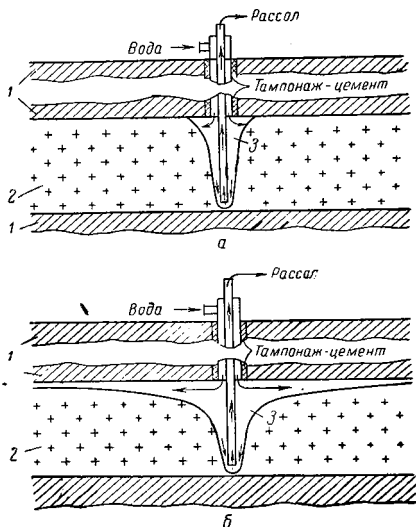


Рис. 15. Схема подземного хранения в соляных куполах.

а — в начальный период работы; б — в конечный период работы. 1 — породы, покрывающие и подстилающие каменную соль; 2 — каменная соль; 3 — вода.

3) установление допустимого этажа газоносности в водоносном пласте;

4) выявление приемистости и отдачи скважин;

5) установление режимов закачки газа;

6) разработка способов обнаружения просачивания газа в окружающие породы и др.

7) установление возможности подземного хранения газа в пологозалегающих водоносных горизонтах (работы проф. И. А. Чарного).

Вместе с тем ведутся геолого-разведочные работы по выявлению пригодных для подземного хранения природного газа структур в районах Калуги, вблизи г. Нежина, недалеко от Ленинграда.

В районе Куйбышева проектируется закачка попутного газа в выработанное газовое месторождение. Подземное хранение попутных газов в Татарии и Башкирии может быть осуществлено:

а) вблизи нефтяных месторождений;

б) на трассе газопроводов, например, на газопроводе Альметьевск — Казань — Горький, где в районе Казани и Чебоксар имеются залежи азота. В Татарии и Башкирии необходимо решить вопрос об организации подземного хранения сжиженных газов, в первую очередь в соляных куполах (рис. 15).

Организация подземного хранения попутного газа в этих районах позволит в значительной степени улучшить использование попутных газов и сократить их потери при неравномерности потребления.

Трубы для сооружения газопроводов

Особенностью проектирования новых магистральных газопроводов является применение для них труб больших диаметров, что дает значительную экономию металла. Данные о расходе металла по отдельным магистральным газопроводам приведены в табл. 36.

Таблица 36

Расход металла на сооружение газопроводов

Газопроводы	Протяженность, км	Диаметр газопровода, мм	Расход металла в кг на 1000 м ³ газа в год
Саратов—Москва	800	300	115,0
Дашава—Киев—Москва	1300	500	97,0
Ставрополь—Москва	2600	720	45,2
Шебелинка—Днепропетровск	200	720	7,9

Как видно из данных табл. 36, расход металла на 1000 м³ транспортируемого газа на газопроводе Ставрополь — Москва, например, в 2,5 раза меньше, чем на газопроводе Саратов — Москва. Вместе с тем при использовании труб больших диаметров резко снижается стоимость транспорта газа.

В СССР начато применение тонкостенных труб диаметром 820 мм. Теперь, когда открыты и будут выявлены в будущем крупнейшие газовые месторождения, нашим трубным заводам надо работать над освоением труб еще больших диаметров — 900—1020 мм.

Приведенные технико-экономические данные можно еще дополнить данными института Укрпрогаз о сметной стоимости магистральных газопроводов из труб различных диаметров (529—1020 мм). Эти данные показывают, что стоимость газопровода из труб диаметром 1020 мм более чем в два раза стоимости газопровода из труб 529 мм. Однако пропускная способность первого газопровода в 6—7 раз больше, чем второго. Это означает, что применение труб большого диаметра экономически очень выгодно.

В США диаметры сооружаемых газопроводов из года в год увеличивались, что видно из данных табл. 37.

Таблица 37

Протяженность магистральных газопроводов различных диаметров, построенных в США за 1953—1956 гг.*

Годы	Всего построено магистральных газопроводов, км	В том числе по диаметрам							
		до 200	250—300	350—400	450—500	550—600	650—700	750—800	850—900
		мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
		км	км	км	км	км	км	км	км
1953	11 470	1770	710	400	1530	3820	1120	2120	—
1954	13 870	2040	1350	710	1470	2790	1400	2670	440
1955	12 340	1900	1470	800	470	2370	1400	3870	560
1956	11 260	1240	1650	620	490	1320	1510	3400	1030

* По данным журналов „Petroleum Engineer“; 1953, 1954, 1955 и 1956 гг.

Расход стали на 1 млрд. м³ прироста добычи природного газа составил в США в 1952 и 1953 гг. соответственно 210 и 175 тыс. т.

Важнейшей задачей обеспечения дальнейшего быстрого развития газовой промышленности является расширение производства тонкостенных труб, в первую очередь больших диаметров.

Произведенные институтом Укрпрогаз расчеты показали, что необходимая толщина стенки труб, изготовленных из низколегированной стали (предел текучести 35 кг/мм²), составляет:

Диаметр труб, мм	529	720	820	920	1020
Толщина стенки, мм:					
линейная часть	7	9	10	11	13
переходы	9	11	12	14	16
Максимально допустимое рабочее давление, <i>ати</i>	60,5	57,1	55,5	54,5	58,0

Следует отметить, что в указанных расчетах предел текучести несколько занижен; практически наши заводы выпускают трубы с более высоким пределом текучести и, следовательно, толщина стенки труб может быть еще меньшей. В частности, для труб диаметром 1020 мм толщина стенки 11 мм будет достаточной.

Особенно большие сдвиги в производстве труб наметились в нашей стране после Великой Отечественной войны, когда резко улучшилась техника производства труб, особенно больших диаметров. Советские ученые разработали и внедрили новые методы сварки труб под слоем флюса с прямым и спиральным швом.

Данные о росте производства труб больших диаметров в СССР приводятся в табл. 38.

Таблица 38

Выпуск газопроводных труб большого диаметра

Годы	Тыс. тонн	Километры
1950	115	625
1951	171	1066
1952	227	1553
1953	279	2021
1954	330	2373
1955	366	2713
1956	504	3676
1957	638	4535
1958 (план)	864	6450

Трубы большого диаметра с применением сварки под флюсом производятся в СССР, США, Англии, Западной Германии. В нашей практике применяются две различные схемы производства труб большого диаметра:

1) изготовление труб при помощи валльцев с последующей горячей правкой; этот способ, менее прогрессивный, применен на трубных заводах в Харцызске и на заводе им. Ильича в г. Жданове;

2) изготовление труб штамповкой в прессах с последующим экспандированием сваренных труб; этот способ, более новый и совершенный, применен на Челябинском трубном заводе. При этом методе производства металл трубы в результате экспандирования (расширение в горячем состоянии) упрочняется примерно на 2%, значение предела текучести возрастает на 20%, что позволяет уменьшить толщину стенки трубы и применять для них более дешевую сталь с минимальным содержанием легирующих примесей.

Важно еще отметить, что при этом процессе производства труба калибруется по всей длине и приобретает точные размеры по диаметру.

Качество и стоимость труб определяются выбором марки стали. В США трубы больших диаметров изготавливают из стали с повышенным содержанием углерода и марганца (см. табл. 39) и низколегированной стали. В США основная масса труб производится из стали с повышенным содержанием углерода и марганца. Листы стали при сварке подвергаются предварительному подогреву.

В Западной Германии на некоторых заводах трубы из такой же стали после сварки проходят нормализацию перед экспандированием.

На Харцызском заводе и на заводе им. Ильича применяется малоуглеродистая сталь. Учитывая, что эта сталь не вполне экономична, нашими научно-исследовательскими организациями (институты ВНИИчермет, Электросварки) и Челябинским заводом разработана и внедрена более экономичная сталь 19Г с малым содержанием углерода и несколько повышенным содержанием марганца (табл. 39). Институт электросварки им. акад. Е. О. Патона Академии наук УССР разработал технологию сварки труб из этой стали.

Таблица 39

Характеристика стали, применяемой в США для производства газопроводных труб больших диаметров

Марка стали	Содержание элементов, %						
	углерод	марганец	кремний	фосфор	сера	хром	медь
Сталь, применяемая в США	0,25—	0,8—	0,2—	0,040	0,040	—	—
	0,35	1,3	0,3				
МК (завод им. Ильича) . .	до	1,3	0,6—	0,045	0,045	—	0,2—
	0,12	1,65	0,9				0,5
14ХГС (Харцызский трубный завод)	0,11—	1,0—	0,4—	0,040	0,040	0,5—	
	0,16	1,3	0,7			0,8	
14ХГС (Челябинский завод)	0,11—	0,7—	0,4—	0,040	0,040	0,3—	
	0,16	0,95	0,7			0,6	
19Г (Челябинский завод) .	0,16—	0,75—	0,20—	0,040	0,040	—	—
	0,22	1,10	0,40				

Практика изготовления труб на Челябинском заводе из новой стали подтвердила ее хорошее качество и, кроме того, получаемые трубы дешевле, чем трубы, изготавливаемые из стали марки МК и 14ХГС. Ведется дальнейшая научно-исследовательская и экспериментальная работа по изысканию новых марок стали для производства труб больших диаметров.

В настоящее время НИИ токов высокой частоты им. Вологодина, Институтом электросварки им. Е. О. Патона и Всесоюзным научно-исследовательским трубным институтом ведутся исследования по созданию новой технологии высококачественной, так называемой индукционной сварки труб, основанной на использовании нагрева кромок свариваемых деталей токами высокой частоты.

Эта индукционная сварка труб имеет большие перспективы и ее преимущества заключаются в следующем:

1) скорость сварки может быть увеличена в несколько раз по сравнению с обычными методами сварки;

2) для изготовления труб может быть использован металл, поверхность которого покрыта окалиной;

3) процесс сварки более экономичен, так как нет расхода металла на оплавление и сокращается расход металла на осадку;

4) с равным успехом можно сваривать трубы не только из стали, но и из алюминия, латуни и других материалов;

5) агрегаты для сварки проще в эксплуатации.

Внедрение индукционной сварки могло бы резко увеличить выпуск труб на действующих заводах.

Увеличение производства труб больших диаметров намечается путем расширения и реконструкции действующих заводов и сооружения новых трубопрокатных предприятий.

Помимо труб больших диаметров, возрастает потребность в трубах для сбора газа на месторождениях и разведки его в населенных пунктах. В этом отношении большой интерес представляет новый тип так называемых плоскосвариваемых труб, разработанный Институтом электросварки.

Плоскосвариваемые трубы

Эти трубы обладают следующими основными преимуществами перед обычными цельнотянутыми или сварными трубами.

1. Их можно изготавливать со сравнительно тонкими стенками (для труб диаметром 4—6" толщина стенки составляет 1,5—2 мм), чем достигается большая экономия металла. Транспорт таких труб облегчается, так как выпускаются они в виде компактных рулонов (рис. 16).

2. Трубы нового типа заводы будут выпускать длиной до 1000 м и более. Длина труб ограничивается, как правило, весом рулона, а не его размерами.

Увеличение во много раз длины труб сокращает затраты труда по сборке и сварке стыков между отдельными трубами на трассе. Достигается значительная индустриализация строительства трубопроводов.

3. Технология производства плосковорачиваемых труб проще процессов изготовления труб других видов. Трубы выпускают на простых установках.

Первая опытно-промышленная партия плосковорачиваемых труб была изготовлена в Институте электросварки. Для производства этого вида труб применялась углеродистая, горячекатанная сталь марки 08кп (ГОСТ 1050-52) с ограниченным содержанием углерода и марганца (углерода не более 0,07%, марганца 0,22—0,43%).

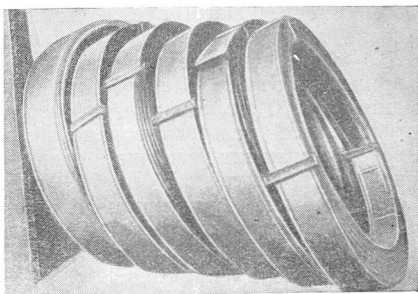


Рис. 16. Плосковорачиваемые трубы.

Механические свойства

Предел прочности при растяжении — не более 38 кг/мм².

Твердость по Роквеллу, шкала В — не более 50.

Вес 1 пог. м при толщине стенки 1,5—2 мм 4" труб ориентировочно 6—6,5 кг, 6" труб — 11—12 кг.

Длина намотанных в рулоне 4" труб — 1120—840 мм, 6" труб — 800—600 мм.

Ширина ленты для изготовления 4" труб — 200 мм, для 6" труб — 280 мм.

Трубы 4" и 6" испытаны Главнефтебситом на Каховской, Киевской и других нефтебазах в наземных низконапорных трубопроводах, на промыслах в выкидных линиях от эксплуатационных скважин после трапа, а также для питания газом двигателей буровых установок.

Плосковорачиваемые трубы могут быть широко применены в добыче газа на линиях после сепараторов, в сборных коллекторах, на отводах магистральных газопроводов (короткие плечи), в распределительных сетях с рабочим давлением 10—15 ат, для водоснабжения и перекачки жидкого топлива. В настоящее время Институтом электросварки разработаны способы изготовления труб диаметром до 300 мм и толщиной стенки 4 мм.

Применение труб с небольшой толщиной стенок дает огромную экономию металла. Например, при применении в низконапорных линиях труб 300 × 4 мм вместо нефтепроводных

труб 325×9 мм на участке длиной 1 км дает экономию металла 36 т.

Институт электросварки проводит исследовательские и экспериментальные работы по дальнейшему совершенствованию технологии производства плосковорачиваемых труб. Недавно институт разработал технологию высокопроизводительной контактной рельефно-роликовой сварки таких труб с толщиной стенки 2 мм. Изготовление таких труб на специальной установке производилось на следующем режиме: скорость сварки 20,5 м/мин, сила сварочного тока 65—70 тыс. ампер, усилие, приложенное к электродам, — 3500 кг, разность роликов: диаметр 500 мм, ширина рабочей части 10 мм.

Процесс рельефно-роликовой сварки плосковорачиваемых труб происходит устойчиво, сварные швы имеют хороший внешний вид. Сваренные трубы подвергались гидростатическому опрессованию внутренним давлением. При 10—13 ат трубы принимают круглую форму.

Проведенные испытания труб показали хорошие результаты. Разрушение их произошло при давлении 40 ат (как указывалось, плосковорачиваемые трубы рассчитаны на рабочее давление 10—15 ат).

Необходимо как можно скорее организовать производство в промышленных масштабах плосковорачиваемых труб и их внедрение в народное хозяйство.

Большой интерес представляет работа Института электросварки по производству плосковорачиваемых труб из алюминия. Институт разработал технологию прокатки пустотелой болванки алюминия; двойная лента алюминия навертывается на барабан в виде рулона. Важно отметить, что при этом новом способе полностью исключается сварка ленты. Рулоны алюминиевых плосковорачиваемых труб отправляются потребителям, там разворачиваются и при помощи передвижных воздушных компрессоров раздуваются до цилиндрической формы. Отдельные участки трубопровода свариваются между собой в зоне инертных газов.

Неметаллические трубы

В связи с разработкой институтом ВНИИГАЗ нового типа соединения асбоцементных труб, обеспечивающего герметичность, значительно расширились возможности применения таких труб для транспорта газа.

Особенно велики перспективы применения для транспорта газа стекловолоконных материалов (СВАМ). Известно, что в послевоенные годы за рубежом значительное развитие получила промышленность стеклопластиков, в том числе и по производству труб для транспорта газа и нефти. Стеклопластики применяются также для изготовления нефтехранилищ, цистерн и других емкостей.

В качестве армирующих материалов применяются стеклянная пряжа и ткани.

Применение ткани удорожает стоимость стеклопластиков и лимитирует широкое внедрение последних в народном хозяйстве. В особенности это относится к трубам и антикоррозийной изоляции, для изготовления которых потребуются сотни тысяч тонн стеклопластиков.

Лабораторией анизотропных структур Академии наук СССР проведена большая работа по созданию стекловолоконистых материалов, обладающих значительными технико-экономическими преимуществами по сравнению с другими видами стеклопластиков.

Используя высокие диэлектрические свойства стекловолоконистых армированных материалов, можно резко снизить коррозию стальных труб, соединяя их элементами из СВМ, благодаря чему создается разрыв электрической цепи и устраняется таким образом действие блуждающих токов.

В настоящее время в нашей стране получает большое развитие производство синтетических смол, что позволит получить дешевые виды связующих для стеклопластиков. Из них по возможности быстрее надо организовать производство опытных партий труб, испытав их в промышленных условиях, а затем приступить к промышленному производству.

Для этого надо всемерно форсировать научно-исследовательские и экспериментальные работы, проводимые лабораторией анизотропных структур Академии наук СССР совместно с институтом ВНИИГАЗ, НИИпластмасс, Азинмаш и Ленинградским заводом слоистых пластиков в следующем направлении.

1) подбор и разработка составов стекол для получения дешевого стеклянного волокна, обладающего высокой химической устойчивостью к агрессивным средам;

2) разработка методов производства труб и их соединений, а также методов прочной связи стекловолокна с поверхностью металлических труб;

3) исследование возможных надежных соединений из СВМ для трубопроводов; разработка технологии производства труб больших диаметров (до 1000 мм) и длиной до 10 м каждая.

В связи с развитием производства пластмасс в ближайшее время представится возможным изготавливать трубы для транспорта газа и из этих материалов.

В заключение раздела о трубах следует кратко указать на возможность применения алюминиевых труб.

В США за последнее время уделяется большое внимание сооружению алюминиевых трубопроводов. Трубопровод из алюминиевых труб, построенный в Техасе, выдержал при испытании давление 127 ат. Для автоматической сварки непово-

ротных стыков таких труб была изготовлена специальная сварочная машина. Трубопровод из алюминиевых труб уложен в Южной Америке протяженностью 67,8 км, который используется для перекачки нефти. Там же построен второй трубопровод из труб диаметром 6".

Алюминий как материал для изготовления труб имеет ряд преимуществ: он легок и обладает высокими антикоррозийными свойствами.

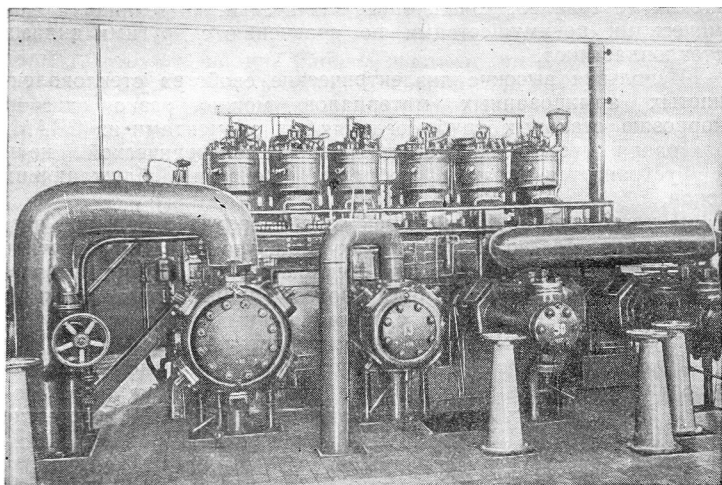


Рис. 17. Газомоторный поршневой компрессор мощностью 1000 л. с.

В Англии (Южный Уэлс) построен завод по производству алюминиевых труб диаметром 50 и 100 мм с толщиной стенки 2,5 мм.

В СССР в связи с большим развитием алюминиевой промышленности имеются возможности применения труб больших диаметров, изготовленных из высокопрочных сплавов алюминия, с той же толщиной стенки, что и стальных труб. Нашими научно-исследовательскими организациями разработана технология сварки алюминиевых труб; проектируется сооружение из них первых газопроводов.

Большой интерес представляет сооружение из алюминиевых труб наземных переходов газопроводов через реки, болота, озера. Легкость труб позволит сконструировать и осуществить легкие, ажурные переходы с меньшей затратой средств и металла.

Компрессорные станции магистральных газопроводов

До последнего времени строительство компрессорных станций отставало от строительства самих газопроводов. В силу различных причин (главным образом из-за нехватки оборудования) газопроводы Саратов—Москва, Дашава—Киев—Брянск—Москва, Ставрополь—Москва были введены в дей-

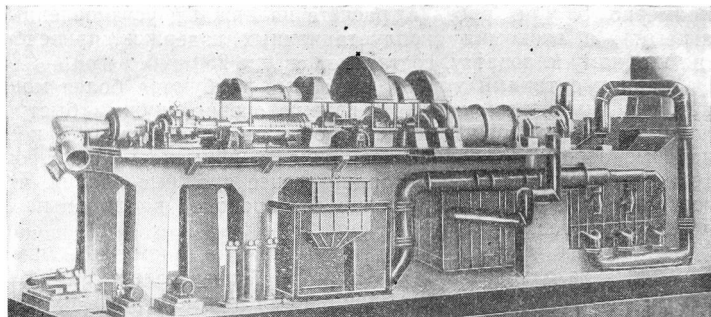


Рис. 18. Турбокомпрессор с приводом от газовой турбины мощностью 4000 квт.

ствие и эксплуатировались в первое время без компрессорных станций.

Впоследствии, после того, как машиностроительной промышленностью было освоено производство газомоторных компрессоров, было построено много компрессорных станций, на которых установлены поршневые газомотокомпрессоры мощностью 1000 л. с. завода «Двигатель революции» (рис. 17).

Вопрос о типе компрессоров остро встал в связи с сооружением магистральных газопроводов с большой пропускной способностью. Маломощные поршневые компрессоры не обеспечивали проектную производительность газопроводов, их пришлось бы устанавливать по 30—40 шт. на каждой компрессорной станции, что экономически не оправдано и создало бы большие трудности в эксплуатации. Поэтому потребовались более мощные компрессоры.

Наши машиностроительные заводы начали выпуск новых мощных турбокомпрессоров с приводом от электродвигателей и газовых турбин (рис. 18). Производительность турбокомпрессора 13—15 млн. м³ газа в сутки (при 20° и 760 мм рт. ст.) при степени сжатия 1,1—1,25.

На каждой компрессорной станции газопровода Ставрополь—Москва устанавливаются последовательно 2—3 центробежных нагнетателя, которые обеспечат степень сжатия примерно 1,4—1,8.

Газовая турбина типа ГГ-700-4, выпускаемая Невским заводом им. Ленина, имеет мощность 4000 *квт* и работает на природном газе с температурой газа на входе в турбину 700°. Турбина служит приводом компрессора типа 280-11-2. По имеющимся подсчетам, экономия в капитальных затратах при сооружении компрессорных станций с турбоагнетателями с приводом от газовых турбин по сравнению со станциями, оснащенными поршневыми газомотокомпрессорами, составляет примерно 5 млн. руб. (в расчете на каждый установленный агрегат), а экономия эксплуатационных издержек, приведенная к одному киловатту, составляет свыше 250 руб. в год.

Наряду с такими турбоагнетателями требуются более мощные машины новых типов. В первую очередь нужны быстроходные, безредукторные, более простые в эксплуатации и компактные агрегаты, дающие возможность применять при строительстве компрессорных станций менее сложные здания, что особенно важно при сооружении газопроводов вдали от населенных пунктов.

Исходя из общей тенденции увеличения диаметров магистральных газопроводов, мощность турбоагнетателей и газовых турбин к ним должна повыситься примерно до 6, 9 и 12 тыс. *квт*.

Газомотокомпрессоры найдут самое широкое применение на газопроводах небольшой и средней производительности (примерно до 2—3 млрд. m^3 газа в год). Однако нам нужны более мощные газомотокомпрессоры. Завод «Двигатель революции» осваивает производство компрессоров мощностью 2000 л. с. каждый.

Вопрос о приводе турбокомпрессоров от электродвигателей или газовых турбин может быть решен в зависимости от конкретных условий трассы газопроводов. Там, где источники электроэнергии близко, предпочтительнее следует отдавать электродвигателю в связи с тем, что производство компрессоров с электродвигателями проще, чем выпуск газовых турбин. Применение электроэнергии вызывает некоторое удорожание стоимости транспорта газа, однако оно в ближайшее время, очевидно, исчезнет в связи с тенденциями дальнейшего снижения стоимости электроэнергии за счет ввода в действие мощных электростанций.

В США компрессорные станции, построенные до 1947 г., были оборудованы поршневыми компрессорами различных фирм (Кларк, Куппер, Бессемер и др.). С 1947 г. получают применение центробежные компрессоры с приводом от газовых турбин и электродвигателей; причем по имеющимся литературным данным 70% мощности центробежных компрессоров получают с приводом от газовых турбин.

В последнее время все большее применение для транспорта газа находят центробежные компрессоры с приводом от газовых

двигателей внутреннего сгорания с наддувом, к. п. д. которых несколько выше, чем к. п. д. газовых турбин. Наряду с этим на магистральных газопроводах продолжается установка и поршневых компрессоров. По опубликованным в американской печати данным, капитальные затраты на 1 л. с. мощности компрессоров различных типов составляют: поршневые компрессоры — 250—300 долл.; центробежные компрессоры с приводом от газовых турбин — 200 долл.; центробежные компрессоры с приводом от электромоторов — 115 долл.

Фирмы, изготавливающие поршневые компрессоры, поставляют их в более сжатые сроки, чем поставщики центробежных компрессоров с приводом от газовых турбин. Это обстоятельство иногда имеет решающее значение для строительства газопроводов.

В США выпускаются центробежные компрессоры с приводом от газовых турбин мощностью 5000—7600 л. с. и с приводом от электродвигателей до 15 000 л. с. Компрессорные станции размещаются на расстоянии 60—100 км одна от другой.

В наших условиях компрессорные станции сооружают вдоль трассы на расстоянии от 80 до 150 км; на газопроводе Ставрополь — Москва строят десять компрессорных станций. На головной (первой по ходу) компрессорной станции сооружают также установки по очистке газа от сероводорода, углекислоты и осушке газа.

В связи с большим объемом строительства компрессорных станций и в целях ускорения сроков сооружения их необходимо в самое ближайшее время пересмотреть типы зданий этих станций. Должны быть разработаны и внедрены проекты облегченных сборных конструкций с учетом при этом возможности использования тепла, выделяемого компрессорами при работе. Здесь также должна быть учтена возможность повышения к. п. д. газовых турбин при некотором снижении температуры внутри помещения компрессорной.

Широкое развитие должны получить в ближайшее время автоматика и телеуправление на магистральных газопроводах. В настоящее время уже часть цехов компрессорных станций (котельные, водонасосные и др.) полностью автоматизирована и работает без обслуживающего персонала.

На компрессорных станциях или, если их нет, на аварийных ремонтных пунктах располагаются ремонтные бригады, которые оснащаются вездеходным транспортом, сварочной аппаратурой и способны в любое время устранить аварию на газопроводе.

Управление эксплуатации газопроводов имеет специальную связь. На действующих газопроводах имеется наземная проводочная связь, причем по медной цепи осуществляется связь от диспетчера в конце газопровода до газового промысла в начале его, а по стальной цепи — связь только внутри района (для обходчиков и ремонтной службы).

На вновь строящихся газопроводах сооружается беспроводная радиорелейная связь с использованием ультракоротких волн, имеющих большую частотную емкость.

Станции радиорелейной связи устанавливаются на расстоянии 40—60 км одна от другой, а высота башен в зависимости от рельефа местности составляет от нескольких метров до 70—80 м.

В настоящее время на действующих и строящихся газопроводах начато внедрение системы дистанционного контроля и управления, что даст возможность диспетчеру следить за режимом всего газопровода и своевременно принимать меры для обеспечения непрерывной подачи газа. На газопроводах и компрессорных станциях устанавливаются краны с дистанционным управлением, автоматически закрывающиеся при резком падении давления газа в трубопроводе, которое может иметь место при разрыве труб или значительной утечке газа.

Существующая нерациональная служба обходчиков должна быть заменена современными средствами обслуживания (передача сигналов о падении давления на расстояние, автоматика, обслуживание трассы вертолетами и т. п.).

Новая молодая отрасль советского народного хозяйства будет развиваться на основе непрерывного совершенствования техники.

Глава шестая

СТРОИТЕЛЬСТВО МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Строительно-монтажные организации Главгаза СССР накопили богатый опыт скоростного строительства газопроводов.

Наиболее характерной особенностью строительства магистральных газопроводов является полная механизация всех основных линейных работ. Еще не так давно (четыре-пять лет назад) больше половины работ выполнялись вручную. Теперь все основные процессы строительства и монтажа механизированы. Так, например, на строительстве газопровода Ставрополь—Москва 98% земляных работ осуществлено мощными землеройными машинами, 80% сварочных работ произведены автоматами под слоем флюса по методу акад. Е. О. Патона.

В 1957 г. организациями Главгаза достигнут следующий уровень механизации работ по сооружению трубопроводов в % (табл. 40).

Таблица 40

Уровень механизации строительства трубопроводов в 1957 г.

Показатели	План	Фактически
Земляные работы	90,6	95,3
Сварочные "	73,5	73,5
Очистка трубопроводов	94,0	97,9
Изоляция "	88,0	96,0
Укладка "	—	99,0
Приготовление бетона	78,0	84,9
" раствора	73,0	82,2
Штукатурные работы	65,3	69,7
Погрузочно-разгрузочные работы	93,0	95,3

Такой высокий уровень механизации достигнут благодаря созданию и освоению производства отечественных специальных строительных машин. Особенно много сделано в этой области специальным конструкторским бюро Газстроймашинна Глав-

газа СССР в содружестве с Ленинградским механическим заводом, Таллинским, Очерским и машиностроительными предприятиями других административно-экономических районов.

Самым большим достижением наших строителей трубопроводов является круглогодичное ведение строительного-монтажных работ. Как уже указывалось, газопровод Шебелинка—Днепропетровск сооружен в зимнее и весеннее время. Значительная часть работ на газопроводе Ставрополь—Москва была выполнена также в условиях бездорожья осени и начала зимы; в трудных условиях ведется строительство трубопроводов в восточных районах страны, где климатические условия более суровы, чем в Европейской части СССР.

Для обеспечения строительства трубопроводов в зимнее время разработано и внедрено много новых методов производства работ (сварка труб при отрицательной температуре, изоляция зимой, очистка траншей от снега, предупреждение промерзания земли по трассам и др.). Организация и техника работ в зимнее время непрерывно совершенствуются.

Необходимо отметить, что сезонность в строительстве трубопроводов ликвидирована только в СССР. Например, американские и канадские фирмы, строящие трансканадский газопровод, прекращают осенью работы и ведут их только в летнее время, хотя климатические условия Канады не столь суровы. Даже в Италии с ее мягким, теплым климатом сооружение газопроводов зимой прекращается.

Рассмотрим основные этапы строительства магистральных газопроводов.

Земляные работы

Как правило, магистральные газопроводы укладывают в землю. Только в районах севера и в отдельных случаях в южных районах газопроводы прокладывают на поверхности земли. В последнее время газопроводы укладывают на глубину 0,8—0,9 м до верхней образующей труб. На такую глубину уложены газопроводы Киев—Москва, Ставрополь—Москва, в то время как ранее газопроводы укладывали на глубину до 2,0—2,2 м. Расчеты показали, что общая стоимость земляных работ при уменьшенной глубине укладки газопроводов сократилась почти в два раза. При строительстве газопровода Ставрополь—Москва в результате уменьшения глубины заложения объем земляных работ уменьшен почти на 10 млн. м³.

Основными землеройными машинами при строительстве магистральных газопроводов являются роторные экскаваторы, обеспечивающие непрерывное рытье траншей (рис. 19). Техническая характеристика отечественных роторных экскаваторов приведена в табл. 41.

Техническая характеристика отечественных роторных экскаваторов

Показатели	ЭР-4	ЭР-5	ЭР-6
Ширина траншеи, мм	900—1100	1200	500
Глубина траншей, мм	1800	2200	1200
Число скоростей рабочего хода	4	4	10
Скорость хода, м/мин	1,016—3,333	0,983—3,25	0,966—5,166
Ширина гусеницы, мм	500	500	390
Удельное давление на грунт, кг/см ²	0,8	0,7	0,75
Мощность двигателя, л. с.	92	150	54
Вес, т	18 580	24 000	9400

Отечественные экскаваторы проектируются на базе серийных тракторов. Так, когда в 1957 г. тракторным машиностроением было освоено производство нового гусеничного трактора марки

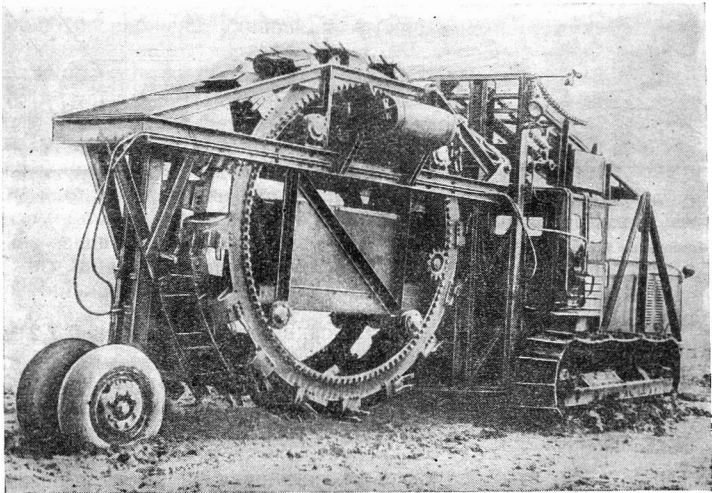
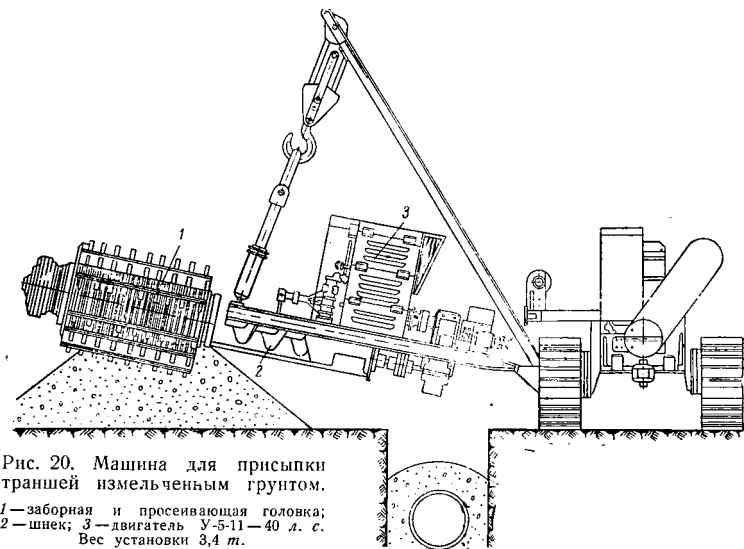


Рис. 19. Роторный экскаватор типа ЭР-5.

С-100Б с уширенной гусеницей и четырехцилиндровым двигателем мощностью 100 л. с., на его базе СКБ Газстроймашина разработало роторный экскаватор ЭР-4Б, отличающийся от экскаватора ЭР-4 пониженным удельным давлением на грунт (до

0,5 кг/см²), следовательно, повышенной проходимостью и большей производительностью.

У экскаватора ЭР-4Б имеется 12 рабочих скоростей от 30 до 305 пог. м в час; он может отрывать траншеи глубиной 1,8 м и шириной 0,9—1,2 м; его максимальная производительность 530 м³/час. Ротор оснащен четырнадцатью ковшами емкостью 70 л каждый. Начат серийный выпуск дизель-электрических роторных машин с двигателем мощностью 150 л. с. Такой экска-



ватор отрывает в грунтах IV категории траншею глубиной 2,2 м и шириной 1,2 м.

Многие наши отечественные роторные экскаваторы не уступают зарубежным, однако ряд новшеств зарубежной техники в этой области должен быть учтен нашими конструкторами. К таким новшествам следует отнести: легкоъемные насадки для зубьев ковшей, изготовляемые из легированной стали и повышающие долговечность инструмента и производительность экскаваторов; большие диапазоны скоростей рабочего хода и вращения ротора; высокий к. п. д. трансмиссий; применение гидропривода (гидромоторы, гидротрансформаторы, гидромуфты) и т. д.

На трассе строительства газопроводов требуются и другие машины для засыпки траншей, очистки их от снега, разработки скальных грунтов. Для засыпки траншей применяются бульдо-

зеры. СКБ Газстроймашина разработало машину для присыпки траншей измельченным грунтом (рис. 20). Разрабатываются траншеезасыпательные машины и других типов.

Особо важное значение для наших условий имеет создание машин, пригодных для производства земляных работ в зимнее время.

Обычно часть траншей отрывают заранее осенью для производства работ зимой. Однако траншеи засыпаются снегом; поэтому нашими конструкторами созданы снегоочистительные машины, которые нашли широкое применение на строительстве газопровода Ставрополь—Москва и др.

Хорошие результаты были получены при опробовании машины, созданной на базе экскаватора ЭР-2 и оборудованной шнекороторным снегоочистителем для расчистки снега над траншеей впереди машины и ротором с ковшами для удаления снега из траншеи. Производительность такой машины до 250 м/час. Создаются машины, способные отрывать траншеи в грунте с глубиной промерзания до 0,5 м. Для этой цели используется обычный роторный экскаватор ЭР-4, ковши которого (по предложению конструктора А. М. Калягина) имеют особую конфигурацию и снабжены клиновидными зубьями — «клыками».

Трассы наших магистральных газопроводов пересекают на большом протяжении болота, участки со скальными грунтами, — все это выдвигает перед конструкторскими организациями задачи по созданию новых машин и механизмов.

Для работы в заболоченных районах в зарубежной практике применяются специальные установки сравнительно сложной конструкции. В их числе плавающие механизированные базы, грейферные краны на базе высокопроходимого трактора типа амфибии, специальные тракторы высокой проходимости. Наряду с этим широко распространен способ работы с деревянных сланей кранами со специальными ковшами.

В ряде случаев рытье траншей производится землеройными машинами (драглайнами и др.), установленными на понтоны или специальные транспортные средства (типа амфибии). Отрывка траншей в болотах со сравнительно плотными грунтами ведется экскаваторами со сланей.

В болотах со слабыми грунтами обычно траншеи роют землеройными машинами, установленными на барках. На строительстве газопровода Серпухов—Ленинград, отличающимся очень трудной трассой (около 100 км болотистых участков, на протяжении 300 км трасса проходит по лесам, большое количество переходов), специализированными организациями Главгаза СССР сконструирован и применяется земснаряд, работающий на болотистых участках. Двигатель мощностью 300 л. с. (типа В-2-300, применяемого на буровых участках), смонтированный на понтоне, работает как гидромонитор и размывает болотистые грунты. При этом образует канал, по которому продви-

гается понтон. Для удаления размытого грунта применяется принцип эжекции — тот же двигатель при помощи струи воды уносит размытый грунт. Наши конструкторские бюро работают над созданием и других механизмов и машин для прокладки газопроводов в трудных условиях трассы. Для работы в скальных грунтах в нашей практике применяется взрывной способ и перфораторы, питаемые сжатым воздухом от передвижных компрессоров. На таких трассах, как Акстафа—Ереван, где значительный по протяженности участок сложен скалистыми грунтами, вопрос механизации подготовки траншеи имеет первостепенное значение. Необходимо отметить, что производительность выпускаемых промышленностью передвижных компрессоров (КС-9) недостаточна для работы нескольких (более одного) перфораторов.

СКБ Газстроймашина создаются ковши конструкции обратных лопат (к экскаватору Э-652) для разработки скальных грунтов (предварительно разрыхленных).

Значительные по объему работы по подготовке трассы (планировка, освобождение от леса, сооружение временных дорог) производятся при помощи обычных дорожностроительных машин.

Одновременно с рытьем траншеи на трассе проводится подготовка труб к сварке, являющаяся важнейшим условием обеспечения прочности газопроводов.

Сварка газопроводов

При строительстве газопроводов применяют трубы диаметром от 219 до 820 мм из углеродистой и низколегированной стали. Трубы диаметром от 219 до 426 мм — цельнотянутые, а диаметром более 426 мм — сварные. Концы труб скошены под углом 30°, на торце их имеется притупление 1,5—2 мм.

Газопроводные трубы выпускают длиной от 6 до 12 м. В отдельных случаях трубы сваривают на заводах в плети длиной 24 м и в таком виде отправляют на трассу.

Потребность в трубах большого диаметра для магистральных газопроводов в Советском Союзе превышает возможности их производства.

Одной из основных частей технологии изготовления труб является их сварка. Применяемая до сих пор дуговая автоматическая сварка под слоем флюса не может обеспечить быстрый рост производства труб в стране. Скорость сварки в этом случае не превышает 120 м/час. Время, затрачиваемое на сварку наружного и внутреннего швов трубы длиной 12 м, составляет 12—15 минут.

В США наряду с другой сваркой используется сварка труб больших диаметров способом оплавления («вспышкой»). Труба длиной 12 м сваривается одновременно по всей длине за 25—

60 сек. Общая мощность сварочных трансформаторов при этом составляет 12 000 *кв*а.

Недостатками этого способа являются: большая мощность сварочного устройства, потеря металла на оплавление, засорение стана выбрасываемым из шва расплавленным металлом.

Научно-исследовательским институтом токов высокой частоты им. В. П. Вологодина предложен новый способ сварки труб больших диаметров нагревом кромок трубной заготовки токами высокой частоты. При этом способе сварка труб производится одновременно по всей длине. Нагрев кромок трубной заготовки до температуры примерно 1400° производится за счет прямого пропускания по ним тока высокой частоты. Ток от источника контактами подводится к кромкам трубной заготовки. Для осуществления контакта ко всем четырем углам трубной заготовки привариваются косынки длиной 100—150 *мм* и шириной 50—80 *мм*. Ток обратного направления течет по шине, расположенной в непосредственной близости к кромкам трубной заготовки. В силу эффекта близости ток в трубной заготовке концентрируется на кромках и вызывает интенсивный нагрев их. После нагрева кромок до сварочной температуры к трубной заготовке по всей ее длине прикладывается давление и кромки свариваются.

Проведенные в НИИ ТВЧ экспериментальные работы подтвердили возможность осуществления такого процесса сварки.

Сварке подвергались образцы из стали 25Г и стали 2. На той и другой стали получена сварка с высокой прочностью шва. Сваренные стыки из стали 2 выдерживают угол загиба 180° в неотожженном состоянии. Стыки из стали 25Г выдерживают угол загиба 180° только после отжига при температуре 900—1000°.

При новом способе труба длиной 12 *м* может быть сварена за 15—20 сек. Установленная мощность высокочастотных генераторов составит 3000 *квт* при частоте тока 2500 *гц*. При переходе от сварки труб дуговым способом под слоем флюса на новый способ достигается годовая экономия примерно 50 млн. руб. на каждые 200 000 *т* сваренных труб.

Производство труб по новому способу должно строиться аналогично их производству при дуговой сварке под слоем флюса. Различие состоит лишь в оборудовании сварочного участка. На этом участке должно быть установлено следующее оборудование.

- 1) устройство для приварки косынок к трубной заготовке;
- 2) сварочный стан; мотор-генераторы, необходимые для нагрева кромок, могут быть установлены на расстоянии до 200 *м* от стана;
- 3) устройство для снятия наружного и внутреннего грата;
- 4) устройство для отжига сварных швов при индукционном нагреве; мощность генераторов, потребных для питания отжигательного устройства, будет равна 2000 *квт*.

В настоящее время оборудование для опытного участка сварки труб по новому способу проектируется «Электросталь-тяжмашзаводом».

Опытный участок намечено создать на Челябинском трубопрокатном заводе.

Исследовательские работы в области сварки труб больших диаметров при высокочастотном нагреве ведутся совместно тремя институтами: Институтом электросварки им. Е. О. Патона, Всесоюзным научно-исследовательским трубным институтом и НИИ ТВЧ им. В. П. Вологодина.

Соединение отдельных труб на трассе в одну непрерывную нитку газопровода осуществляется:

1) автоматической электродуговой сваркой под флюсом поворотных стыков и ручной электродуговой сваркой неповоротных стыков;

2) электроконтактной стыковой сваркой оплавлением.

Методы автоматической сварки труб, разработанные Институтом электросварки, являются гордостью нашей техники. Они позволили исключить ручную сварку, зависевшую от квалификации сварщиков, условий погоды и др. Ныне автоматическая сварка труб может вестись в любую погоду, зимой и летом, в дождь и пургу.

Автоматическая электродуговая сварка труб под флюсом осуществляется по следующей схеме.

В начале отдельные трубы сваривают в секции на базовых установках сварки под слоем флюса. Затем секции развозят по трассе и соединяют там в непрерывную нитку.

Базовые установки (рис. 21), на которых осуществляется сварка автоматами поворотных стыков, располагаются обычно вблизи мест разгрузки труб (железнодорожных станций, речных портов), что позволяет сократить расходы по транспорту труб. Одна такая установка обслуживает участок трассы протяженностью примерно 20 км (по 10 км в обе стороны).

Для обеспечения полного комплекса работ на поворотной сборке и сварке (автоматической) труб и на потолочной сборке и сварке трубопроводов диаметром 529 мм требуются следующие механизмы.

Сварочный трактор типа ТС-17	1 компл.
Сварочные агрегаты с двигателями внутреннего сгорания типа САК-2г	4—5 шт.
Сварочный агрегат с дизельным двигателем типа АСД-3	1 шт.
Тракторные краны-трубоукладчики на базе трактора С-80	2 шт.
Гусеничные тракторы мощностью 80 л. с.	3—4 шт.

Кроме того, требуется устройство стеллажей и в зимнее время тепляков. Обслуживается такой участок бригадой в количестве 23—24 человека.

На рис. 22 приводится общий вид сварочного автомата под слоем флюса. Трубы на сборных стеллажах собирают в секции по 6—7 труб путем прихватки их ручной электродуговой сваркой; эти секции подаются к месту автоматической сварки и поворачиваются там в процессе сварки специальными вращателями.

Сварка стыков труб выполняется в два слоя, скорость ее составляет в среднем 25 м/час. Обычно сварка ведется постоян-

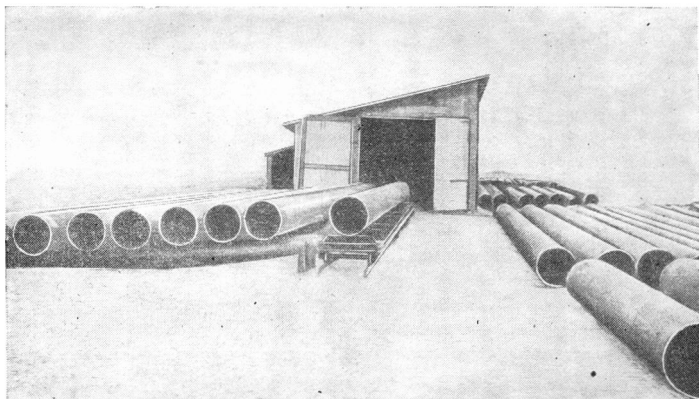


Рис. 21. Базовые установки для сварки труб под слоем флюса

ным током. Сваренные секции с базовых установок доставляют на трассу автомобильными трубовозами (рис. 23) или тракторами-тягачами.

Получили распространение также полевые установки для автоматической сварки под флюсом поворотных стыков труб при помощи аппаратов ПТ-6, отличающихся от базовых установок большей мобильностью. Однако при применении их также требуется предварительная сборка и прихватка свариваемых стыков.

В Институте электросварки разработана полустационарная установка для автоматической двусторонней сварки поворотных стыков труб диаметром 720 мм (рис. 24). Особенностью установки является полная механизация сборочно-сварочных работ.

Эти установки широко применяются на строительстве трубопроводов. На них сборка и центровка труб производятся непосредственно сварочной головкой. Двусторонняя сварка швов (внутренний шов сваривается головкой, находящейся внутри трубы) исключает применение подкладных колец, что повышает качество сварки.

. На установках сваривают плети длиной до 36 м; производительность одной установки — до 40 стыков в смену. Внедрение базовых установок автоматической сварки труб под слоем флюса позволило сократить объем сборочно-сварочных работ, выполняемых на трассе, в среднем на 50—80%.

Автоматическая сварка под флюсом на строительстве трубопроводов применяется и за рубежом. Так, в Канаде на строи-

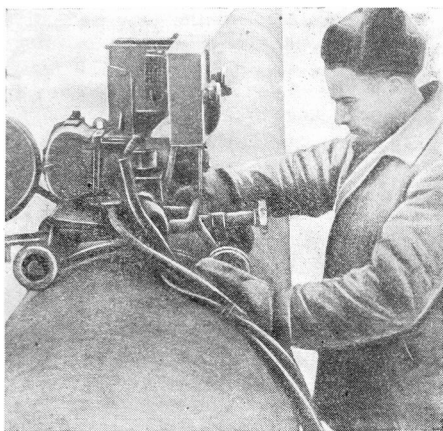


Рис. 22. Общий вид сварочного автомата под слоем флюса.

тельстве трансканадского газопровода протяженностью до 3600 км из труб диаметром до 34" применялся этот вид сварки отдельных секций длиной до 36 м. Перед сваркой кромки трубы подвергались очистке от ржавчины специальным приспособлением, устанавливаемым внутри трубы, к которому крепятся две электрические шлифовальные машины с абразивными кругами; при их помощи кромки труб зачищаются до металлического блеска.

После этого две трубы по роликовым опорам подаются на первую секцию сварочного стенда и стыкуются при помощи гидравлического центратора. Стыкование труб производится прихваткой длиной 5—7,5 см в потолочной части стыка.

Управление всеми операциями (подъем, опускание, перемещение труб во время их стыковки) выполняет сварщик при помощи гидравлических устройств. После стыковки трубы подвозят непосредственно к неподвижно установленной сварочной головке, имеющей шланговую подачу проволоки и флюса. Сварка

внутреннего шва осуществляется сварочной головкой, укрепленной на длинной штанге.

Электроэнергией установка снабжается от передвижной электростанции мощностью 75 кВт, смонтированной на тракторном

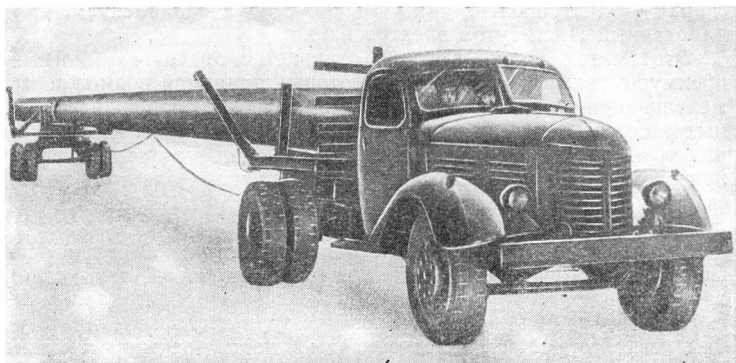


Рис. 23. Развозка труб по трассе.

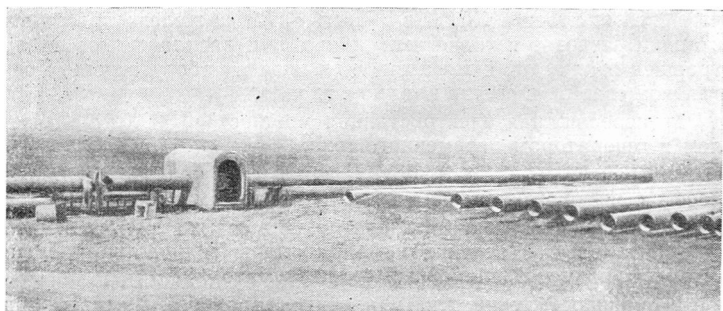


Рис. 24. Полустационарная установка для автоматической двусторонней сварки поворотных стыков труб диаметром 720 мм.

прицепе; на этом же прицепе установлены три включенных последовательно сварочных преобразователя, каждый из которых развивает силу тока 600 а.

Средняя производительность установки составляет 8 стыков в час при трубах диаметром 850 мм.

Следует отметить, что установки, применяемые на строительстве трансканадского газопровода, не имеют каких-либо преиму-

шеств по сравнению с широко внедренными в СССР. Более того, при сооружении этого крупного газопровода в основном применяется ручная сварка.

В связи с освоением нашими трубными заводами выпуска длиномерных труб особое значение приобретает новый метод сварки — электроконтактная стыковая сварка оплавлением, разработанный Институтом электросварки.

Этот метод сварки выгодно отличается от других многими преимуществами, основными из которых являются возможность механизации сборки и центровки и выполнение сборочно-сварочных работ непосредственно на бровке траншеи путем наращивания труб в непрерывную нитку. Только небольшая часть стыков при этом новом методе выполняется ручной электродуговой сваркой (в местах переходов через дороги, различные препятствия и т. п.).

Сварка труб больших диаметров при контактной сварке осуществляется кольцевым трансформатором, который охватывает две свариваемые трубы. Важно отметить, что благодаря максимальному приближению трансформатора к свариваемым трубам резко сокращается необходимая мощность электроустановок. Так, например, для труб диаметром 529 мм достаточна электростанция мощностью 250 кВт, что делает возможным применять передвижные станции и производить сварку непосредственно на трассе. Контактная сварка на строительстве трубопроводов начала применяться в СССР с 1952 г. Трубы с железнодорожных станций развозят трубовозами по трассе и раскладывают вдоль траншеи в одну линию. Затем включают в работу агрегат контактной сварки, в состав которого входят:

- 1) передвижная электростанция мощностью 300 кВт с дизелем и генератором переменного тока;
- 2) трактор на базе трубоукладчика, снабженный масляным насосом высокого давления и воздушным компрессором;
- 3) сварочная головка для центровки и сварки труб, имеющая горизонтальные и вертикальные цилиндры гидравлической системы и кольцевой сварочный трансформатор;
- 4) приспособление для удаления сварочного грата внутри трубы с приводом от электродвигателя и пневматическое устройство для удаления наружного грата, — это устройство питается воздухом от колорифера, установленного на тракторе;
- 5) механизм для зачистки поверхности труб под контактные башмаки.

Общий вид агрегата контактной сварки приведен на рис. 25. Сварочная головка подвешена к стреле трактора и им передвигается от стыка и стыку. Сварка труб ведется по методу непрерывного оплавления, причем весь процесс сварочных работ осуществляется автоматически при помощи специальных регуляторов.

Машинное время, собственно сварка одного стыка, составляет в среднем 1,5 мин. Производительность одного агрегата при трубах диаметром 529 мм — примерно 50—80 стыков за смену.

На строительстве трубопроводов наиболее оправдало себя оснащение специализированных колонн несколькими агрегатами контактной сварки, расположенных на трассе в расстоянии примерно 6—8 км друг от друга.

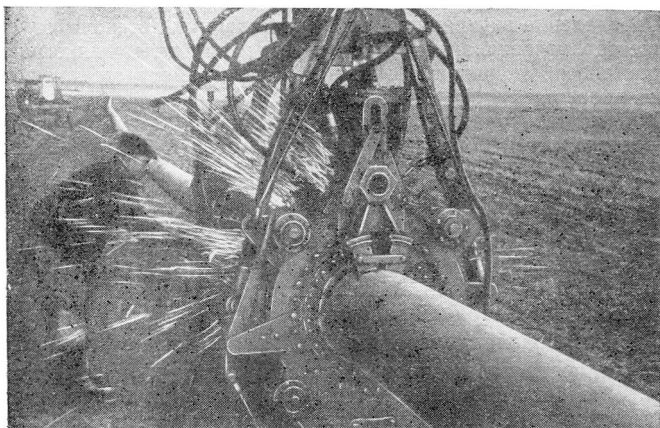


Рис. 25. Общий вид агрегата контактной сварки труб.

Большим преимуществом этого нового метода является возможность сварки труб в течение всего года. Агрегаты контактной сварки успешно применялись на строительстве трубопроводов в восточных районах страны и работали при сильных морозах (до минус 30° и ниже).

Ближайшей задачей является скорейшая разработка конструкций и освоение производства агрегатов контактной сварки для труб диаметром 720 и 820 мм, широко применяемых для сооружения магистральных газопроводов, нефтепроводов и продуктопроводов.

Мы здесь не описываем газопрессовую сварку, от которой отказались и в Советском Союзе и за границей, как от технически несовершенной и не обеспечивающей требуемое качество сварки.

Контроль качества работ при строительстве газопровода имеет исключительно большое значение. Обычно этот контроль осуществляется после каждой операции, это так называемый операционный контроль, при котором проверяется качество подготовки и сборки труб (размер зазоров между кромками труб, чистота их поверхности, качество электродов, электродной проволоки и флюсов и т. д.), форма и размеры шва, плотность металла, а при контактной сварке — тщательность удаления грата.

Механическому испытанию обычно подвергаются от 0,5 до 1% от всех стыков, сваренных каждым сварщиком. Из контрольных стыков вырезают образцы для испытаний.

Определение внутренних дефектов сварных стыков осуществляется просвечиванием их гамма-лучами или магнитографическим способом, разработанным ВНИИСТ. Методом просвечивания проверяют 0,5% от общего количества сваренных стыков и 100% на переходах через водные преграды, учитывая особую ответственность и условия работы газопроводов в этих местах.

Очистка труб и их изоляция

В настоящее время защита трубопроводов от почвенной коррозии осуществляется изоляцией их внешней поверхности путем применения катодной защиты.

Процесс изоляции газопроводов полностью механизирован.

Трубы предварительно очищают снаружи от ржавчины и окалины. Для очистки применяется специальная трубоочистительная машина (рис. 26 и 27), которая при помощи двигателя внутреннего сгорания перемещается вдоль сваренной трубы, совершая одновременно вращательное движение роторной частью вокруг нее; установленные на роторной части машины стальные щетки очищают трубу. Для очистки труб до металлического блеска приходится иногда два и даже три раза пропускать трубоочистительную машину по одному и тому же участку.

Практика показала, что качество битумного изоляционного покрытия зависит от чистоты поверхности трубы; если очистка произведена некачественно, то наложенная затем битумная изоляция легко отстает от поверхности трубы и поверхность металла быстро покрывается ржавчиной.

Следующая операция — грунтовка очищенной поверхности трубы тонким слоем битума, растворенного в бензине, — осуществляется машиной аналогичной конструкции, в которой, кроме системы щеток, имеется приспособление для смачивания поверхности раствором битума.

Очищенная и загрунтованная труба покрывается битумной изоляцией. Специальная машина (рис. 28) покрывает наружную поверхность трубопровода битумной изоляцией. Эта машина так

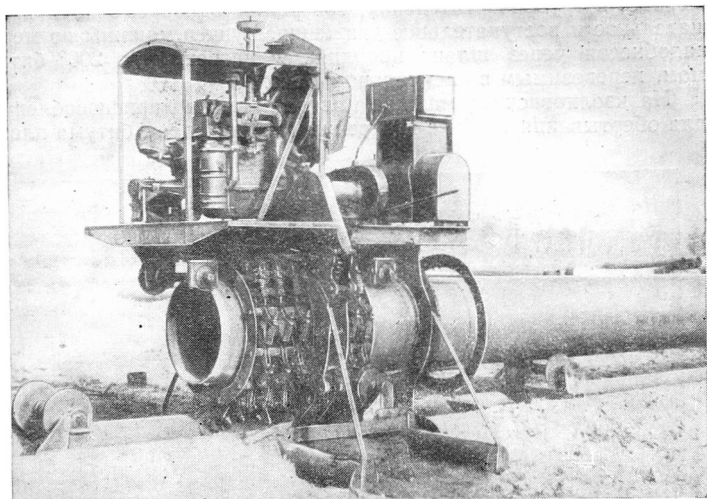


Рис. 26. Машина для очистки труб от ржавчины.

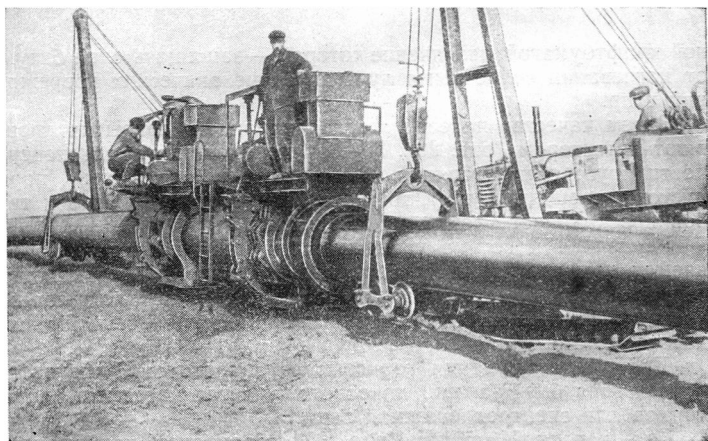


Рис. 27. Общий вид очистки труб от ржавчины.

же, как и трубоочистительная, совершает одновременно и вращательное и поступательное движения. Бункер машины по мере надобности через шланг пополняется нагретым до 200° битумом, перевозимым в специальном баке.

На изоляционной машине имеется также приспособление для обертывания трубы с нанесенным на нее слоем битума плот-

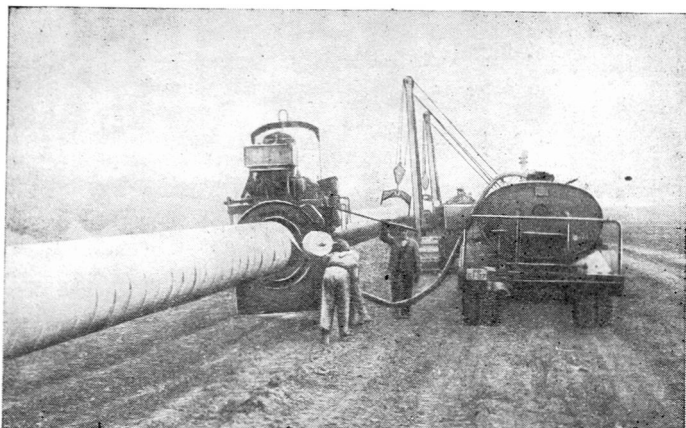


Рис. 28. Машина для изоляции труб.

ной крафтбумагой, назначение которой — защищать слой битума от нагревания солнечными лучами, от механических повреждений и пр.

Затем качество нанесенного изоляционного покрытия проверяют детектором (рис. 29). Прибор перемещают вдоль поверхности труб; если изоляция имеет какие-либо дефекты (поры, пустоты, трещины и пр.), то между электродом прибора и трубой проскакивает электрическая искра.

Усиленная и весьма усиленная битумная изоляция, применяемая при прокладке трубопроводов в почвах с повышенной коррозионностью, осуществляется покрытием наружной поверхности трубы слоями битума и гидроизола в определенной последовательности.

Для предотвращения коррозии трубопроводов в результате воздействия блуждающих токов применяется катодная, протекторная или электродренажная защита.

При катодной защите (рис. 30) газопровод подключается к отрицательному полюсу источника постоянного тока (генератору тока, выпрямителю переменного тока, аккумуляторной бата-

рее); к положительному полюсу подключается зарытый в землю анод (обычно старые трубы диаметром 10—20 см). Трубопровод становится катодом. В результате создающейся разности потенциалов выход тока из трубопровода в грунт становится невозможным и тем самым устраняется причина возникновения электролитических процессов, вызывающих коррозию металла.

При протекторной защите (рис. 31) защитный ток возникает в результате работы гальванической пары протектор — труба при условии, что потенциал протектора ниже потенциала стали. Протектор-полоса, пластина, стержень, цилиндр из цветного металла (цинк, магний, алюминий и их сплавы) — зарывают в землю и соединяют проводом с трубой. Электрический ток при этом также не будет выходить в почву, а по проводу направится к аноду — протектору.



Рис. 29. Детектор для проверки качества изоляции труб.

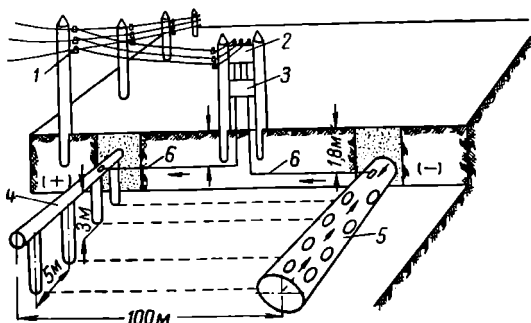


Рис. 30. Принципиальная схема катодной защиты газопроводов.

1 — электролиния высокого напряжения; 2 — трансформатор; 3 — селеновый выпрямитель; 4 — заземлитель; 5 — газопровод; 6 — кабель.

При электрическом дренаже блуждающие токи (рис. 32) отводятся из трубопровода обратно в рельсовую сеть по проводу через регулируемые сопротивления.

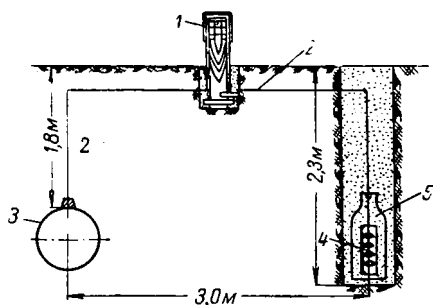


Рис. 31. Схема протекторной защиты газопроводов.

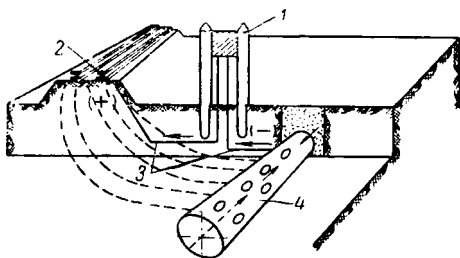
1—зажим; 2—провод; 3—газопровод; 4—электрод из магния; 5—обмазка из гипса с солями; вес протектора 10 кг; диаметр 10 см; высота 50 см.

Многолетний опыт эксплуатации магистральных газопроводов показал, что применяемая битумная изоляция без электрической защиты полностью не предотвращает коррозию газопровода на длительный период времени. Происходит это главным образом в результате неудовлетворительной очистки труб, что в свою очередь приводит к плохой прилипательности изоляции к металлу, и от повреждения изоляции во время опускания трубопровода в траншею.

Повреждения изоляции происходят также при засыпке траншеи, так как применяемая изоляция, состоящая из нефтя-

Рис. 32. Схема электрозащиты газопровода.

1—дренажная установка с селеновым выпрямителем и регулирующими сопротивлениями; 2—рельс электрифицированной железной дороги; 3—провод; 4—газопровод.



Дренажная защита

ного битума с каолином в качестве наполнителя, обладает малой механической прочностью.

Кроме того, качество изоляции зависит также от метеорологических условий, а главное от качества применяемых материалов.

Необходимо разработать и внедрить новые методы противокоррозийной изоляции труб. ВНИИСТ Главгаза разработал изоляцию нового типа — так называемый бризол.

Преимущества бризола значительны: не надо завозить на трассу битум и разогревать его в полевых условиях; нет нужды выполнять трудоемкий процесс изоляции горячей битумной мастикой; бризол завозят на трассу в виде готовых для намазывания на трубу свернутых в рулон лент.

Бризол изготовляют из битума, дробленой отработанной вулканизированной резины, асбеста и пластификатора. Бризол имеет следующую техническую характеристику.

Толщина, мм	1,5 — 2,5
Ширина, мм	425 — 1000
Длина, м	50
Сопротивление разрыву, кг/см ² , не менее	8
Относительное удлинение, %, не менее	75
Остаточное удлинение, %, не более	30
Водопроницаемость за 24 часа	отсутствует
Водопоглощение за 24 часа, %, не более	1
Количество перегибов на 180° при температуре +20° до появления трещин, не менее	10
Количество перегибов на валике $\varnothing 20$ мм при температуре 10° без излома и трещин, не менее	2

На рис. 33 показан участок газопровода с антикоррозийным покрытием из бризола. Высокие диэлектрические свойства бризола позволяют считать, что срок службы газопроводов увеличится.

В технике изоляции магистральных газопроводов намечается в последние годы переход от битумных антикоррозийных покрытий к другим, более устойчивым, — из каменноугольных смол, пластмасс и других материалов.

В США резко возросло применение каменноугольных смол, что видно из следующих данных:

Покрытия	1930—1940 гг.	1940—1950 гг.	1950—1957 гг.
Битумные, %	79	45	15
Из каменноугольных смол, %	5	31	76

Покрытия из каменноугольных смол менее склонны к водонасыщению, чем битумные; по имеющимся данным, они через 1000 дней имеют в пять — десять раз меньшее водонасыщение, чем битумные. Для прокладки трубопроводов через водные препятствия начато применение в США покрытий типа «Тимкот», состоящих из битумной мастики, синтетического каучука, дробленого стекловолокна и наполнителей (барит, ильменит и др.). Такое покрытие обладает большой коррозионной стойкостью и механической прочностью.

В Чехословакии применяется изоляционное покрытие — мастика петролатум с последующей армирующей обмоткой. Эта мастика применяется в холодном виде (она остается пластичной до минус 40°).

Петролатум подобен парафину и состоит из насыщенных химически неактивных углеводородов. В нем не содержится кислот, щелочей и омыленных веществ. Электрическое сопротивление покрытий на петролатумной основе достаточно высоко.

Большое распространение для изоляции труб получают в последнее время рулонные материалы, изготовленные из

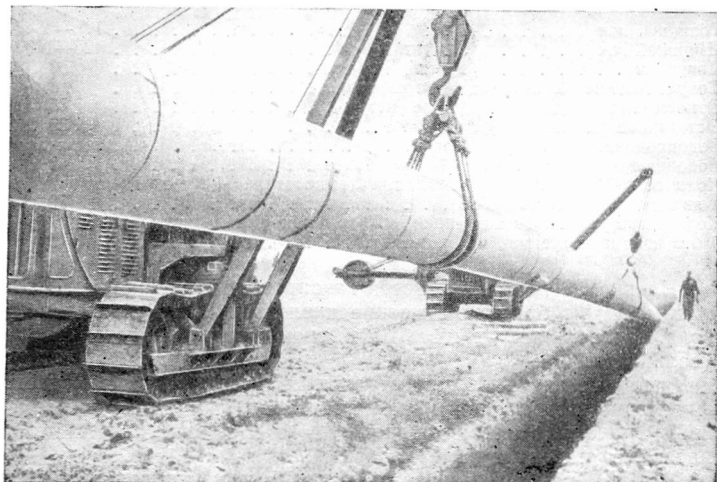


Рис. 33. Газопровод с антикоррозийным покрытием из бризола.

стекловолокна. Стекловолокнистый материал имеет толщину 0,4—0,5 мм, объемный вес от 40 до 120 кг/м³, выпускается армированный продольными стеклонитями и неармированный. Рулонным стекловолокном трубы обматывают после покрытия их битумной, каменноугольной или другой изоляцией.

В СССР начато производство стекловолокнистых рулонных материалов и применение их для антикоррозийной защиты трубопроводов.

Пластмассы как материал для изоляции укладываемых в землю труб отличаются высокими изолирующими свойствами, хорошей стойкостью и большим электрическим сопротивлением.

Изоляционные материалы из пластмасс применяются в виде клеящей ленты, которой обматывают трубы. Наиболее перспективным материалом для изоляции является полиэтилен. За рубежом используются также и поливиниловые покрытия

в виде ленты, свернутой в рулон, и имеющие следующую характеристику:

- 1) толщина 0,25 и 0,50 мм;
- 2) диэлектрическая прочность на каждые 0,025 мм толщины — 1000 в;
- 3) прочность на разрыв: а) для толщины 0,25 мм — 5,5 кг/см; б) для толщины 0,50 мм — 10,2 кг/см;
- 4) относительное удлинение при разрыве 250—300 %;
- 5) выдерживает температуру 93°.

В нашей стране ведутся широкие научно-исследовательские и опытные работы по созданию и внедрению в трубопроводное строительство новых видов изоляционных материалов.

Институтом трубопроводного строительства Главгаза СССР (ВНИСТ) проводятся исследования покрытий, изготовленных на базе каменноугольных пеков. На строительстве нефтепровода Гурьев — Орск и газопровода Карадаг — Сумгаит применена в качестве антикоррозийного покрытия полихлорвиниловая лента.

Однако все битумные покрытия не являются совершенными. В современной технике для изоляции трубопроводов все шире находят применение композиционные материалы из стекловолокна и связующих пластмасс. Упрочнение пластмасс достигается армированием их стекловолокном в форме тканей, холстов и однонаправленных нитей. В качестве упрочняющего наполнителя пластмасс служит также резаная стеклонить (стекловолокнит).

Исследования, проведенные ВНИИстекловолокна совместно с НИИпластмасс, ВИАМ и др., показали, что пластмассы, усиленные неорганическим волокнистым наполнителем — стекловолокном, приобретают ряд ценных технических свойств: высокие прочности на растяжение (до 3000—4000 кг/см²) и сопротивление на сжатие (2000 кг/см²), повышенную вязкость, малую гигроскопичность (до 0,2—0,5%), высокую устойчивость против коррозии. Небольшой удельный вес наполнителя обеспечивает уменьшение веса изделия в 3—4 раза по сравнению с аналогичными изделиями из стали и чугуна.

При этом важно отметить наличие огромных и широко распространенных сырьевых ресурсов (90% основного сырья для получения стекловолокна составляют песок, глинозем, мел), возможность создания конвейерно-поточного производственного процесса и невысокую себестоимость продукции. Именно в связи с этим стеклопластики широко используются в различных областях техники (авиа-, авто- и судостроении, машиностроении, химической промышленности и др.). В зарубежных странах, в особенности в США и Англии, изделия из стеклопластиков используются при строительстве магистральных газо- и нефтепроводов.

Газопроводы для защиты от коррозии покрывают одновременно битумом и лентами из стекловолоконистого материала. Для этих целей применяется рулонный листовой гибкий нетканый материал толщиной 0,5 мм из стекловолокна диаметром 10—12 микрон. Такой материал является дешевым и производится вытягиванием волокнистого холста конвейерным способом из расплавленной стекломассы.

Получение нетканых гибких стекловолоконистых материалов организовано в Чехословакии. Небольшой цех обеспечивает выпуск холста толщиной от 0,4 до 0,8 мм, шириной 1000 мм в количестве 1 млн. м² в год; стоимость 1 м² этого материала 1,5 кроны. В настоящее время в Чехословакии подготовлена к пуску установка для выпуска стеклохолстов (в том числе и тонких, пригодных для гидроизоляции) производительностью 10 млн. м² в год.

Технология производства стекловолокна разработана и у нас. Необходимо всемерно форсировать производство стекловолоконистых материалов, пригодных для изоляции наших магистральных трубопроводов.

В ряде случаев по газопроводам транспортируется газ с содержанием агрессивных веществ (сероводород, кислород, углекислота), тогда возникает необходимость в защите от коррозии внутренней поверхности труб. Лучшим средством защиты от внутренней коррозии, очевидно, будет покрытие внутренней поверхности труб специальными лаками непосредственно на трубных заводах.

Для очистки и изоляции трубопроводов применяются, как указывалось, специальные машины. СКБ Газстроймашина Главгаза СССР разработало конструкцию новой электрической очистной машины для труб диаметром 720—820 мм. Эта машина оснащена вращающимися шестками, каждая из которых приводится индивидуальным электродвигателем, а также двигателем, обеспечивающим передвижение по трубе машины и вращение ее рабочей части вокруг трубы. Суммарная мощность всех электромоторов небольшая — 37 квт.

Ударные шарошки и крупные стальные щетки вращаются планомерно со скоростью 1500 об/мин, а вся система перемещается вокруг трубы со скоростью 9,7; 12,9 и 19,4 об/мин. Производительность машины до 190 м/час. Снабжение ее электроэнергией осуществляется от передвижной электростанции или от электрифицированного трубоукладчика.

Для укладки изолированных труб в траншею широко применяются трубоукладчики различной грузоподъемности. Трубоукладчик типа Т-15/30 имеет максимальную грузоподъемность 15 т при вылете стрелы на 2 м и используется на строительстве газопроводов для труб диаметров 720 и 820 мм. Проектируется новый трубоукладчик грузоподъемностью 25 т при вылете стрелы 2 м.

Перед конструкторскими организациями стоит задача — ускоренно разработать мощные трубоукладчики новых типов, учитывая переход к сооружению трубопроводов больших диаметров (до 1020 мм).

Переходы через водные препятствия

Переходы через водные препятствия (реки, озера, болота) выполняют главным образом подземными (подводными). Через большие реки переходы сооружают в две и более нитки, причем диаметры их рассчитываются таким образом, чтобы отключение одной нитки не снижало пропускной способности газопровода. Для затопления газопроводов предусматривается балластировка их железобетонными или чугунными грузами.

В отдельных случаях сооружают и надземные переходы. Так, на газопроводе Ставрополь — Москва несколько небольших рек пересечены воздушными переходами на металлических опорах.

Нашими специализированными организациями накоплен большой опыт сооружения переходов через водные препятствия. В частности, такой опыт накоплен Управлением подводно-технических работ Главгаза СССР, соорудившим переходы трубопроводов через реки Дон, Ока, Москва-река, Белая и др.

Успешность работы по сооружению переходов обеспечила следующие мероприятия.

1. Применение метода протаскивания дюкеров трубоукладчиками, бульдозерами и тракторами, заключающегося в том, что на время протаскивания, т. е. от 4 до 8 часов, на строительную площадку доставляется необходимое количество трубоукладчиков и на их стрелах трубопровод поднимается над землей до 0,5 м, т. е. находится в подвешенном состоянии.

Протаскивание производится тягачами с противоположного берега при помощи троса, застропленного за головную скобу дюкера; одновременно с продвижением дюкера двигаются малым ходом и все трубоукладчики, поддерживающие трубопровод при движении до уреза воды. При таком методе укладки трубы отпала необходимость в сооружении узкоколейных путей, в изготовлении тележек.

2. При сооружении переходов через реки Свягу и Мещу нефтепровода Альметьевск — Горький был использован рельеф местности: вместо устройства узкоколейных путей для протаскивания были открыты береговые траншеи, заполненные после водой, и дюкера укладывались «на плав» для протаскивания в подводную траншею. В данном случае представляется возможным опустить дюкера «на плав» в траншее пойменной части перехода, после чего дюкер заводится в створ и заливом водой опускается в подготовленную подводную траншею (рис. 34).

3. Для разработки подводных траншей используются подъемники ТЛ-11, применяемые в бурении нефтяных скважин. Подъемники приспособлены для скреперования подводного грунта и дали хорошие результаты. Кроме ТЛ-11 для скреперования на срочных работах применяли тягачи С-80, которые таскали ковши тросами диаметром 28 мм.

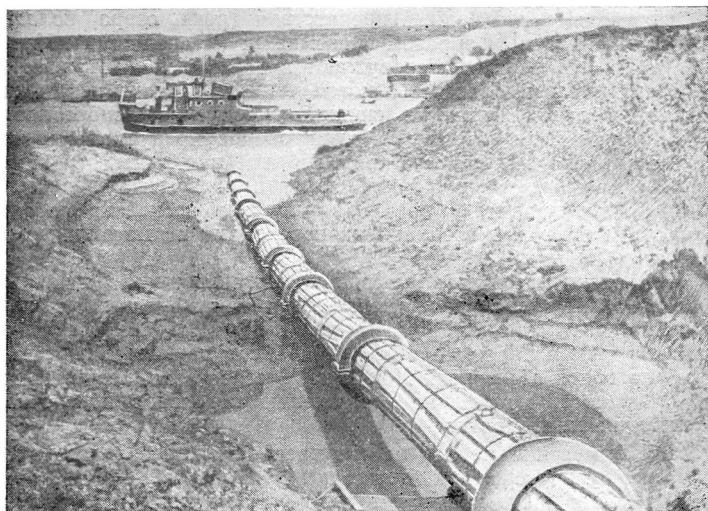


Рис. 34. Переход через реку методом протаскивания.

4. Для ускорения подготовки подводных траншей на сухогрузных баржах смонтированы агрегаты, которые, работая на отсос и разрыв одновременно, дают большую производительность при разработке траншей. Гидромониторные грунтоносы сконструированы и смонтированы на базе двух дизельных двигателей САН-1, компрессора и насоса ЗВ-200. Агрегат установлен на сухогрузной барже водоизмещением 150 т с опусканием рамы на всас и на размыв до 20 м глубины. Рама сварена из труб диаметром 300 мм (рис. 35).

5. Сварочно-монтажные и изоляционные работы при изготовлении дюкеров для обеспечения их высокого качества ведутся на специально оборудованной площадке. На одном из участков была создана централизованная сварочно-монтажная площадка для изготовления дюкеров и последующей буксировки их в готовом виде на переходы водным путем в плетях длиной до 150 м.

Так были обеспечены дюкерами переходы через Москву-реку, канал им. Москвы и другие и, кроме того, некоторые переходы на трассе газопровода Серпухов — Ленинград.

Буксировка готовых плетей для дюкеров производилась и на других участках; например, по р. Белой на расстоянии более 300 км от Уфы, на реках Свияга и Меше для дюкеров

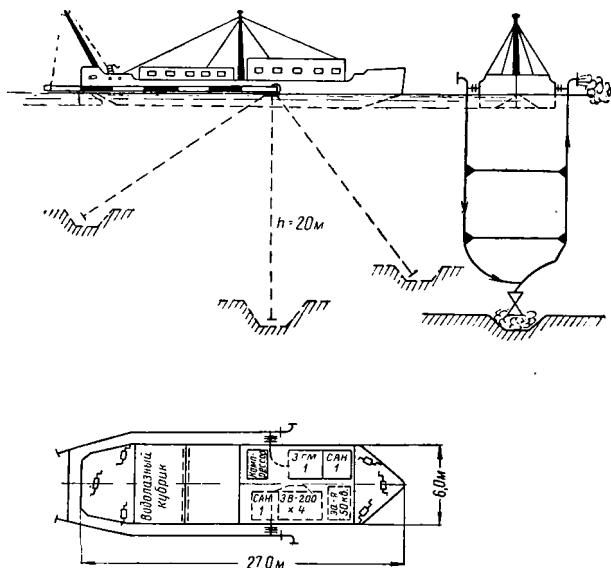


Рис.. 35 Схема работы универсального грунтоноса.

нефтепровода Альметьевск — Горький. Для дюкеров газопровода Серпухов — Ленинград на р. Волхов осенью 1957 г. было отбуксировано пять плетей по 75 м каждая. Общая протяженность маршрута буксировки от Москвы по Мариинской системе составила свыше 1,5 тыс. км. Все большие и малые буксировки по рекам производились катерами марки Р-376 и БМК-90.

Централизованная заготовка дюкеров обеспечила ускорение и снижение стоимости работ по подводным переходам и лучшее использование механизмов.

Как уже отмечалось, в практике трубопроводного строительства применяются и воздушные переходы через водные преграды (рис. 36). В частности, такие переходы широко применяются в Италии, США, главным образом при пересечении горных рек и рек, меняющих свое русло.

Во многих случаях для воздушных переходов используются мосты, причем фирмы оставляют специальные места для про-

кладки трубопроводов (это связано с известной выгодой для фирм, сооружающих и эксплуатирующих мосты).

При устройстве воздушных переходов через небольшие реки обычно используется несущая способность труб либо они усиливаются легкими фермами. Значительное распространение в США получили конструкции типа висячих мостов.



Рис. 36. Воздушный переход трубопровода.

При сооружении магистральных газопроводов приходится преодолевать множество оврагов и болот. Обычно они выполняются подземными и требуют выполнения значительного объема земляных работ.

Во ВНИИСТ канд. техн. наук И. П. Петровым произведены расчеты прокладки наземных, арочных переходов для значительных пролетов.

На рис. 37 показан такой переход из труб диаметром 529—820 мм с пролетом 25—30 м. Как видно, трубопровод выходит из грунта и на некотором расстоянии проложен открыто, а затем вновь входит в грунт.

При пролетах до 30—50 м переходов из труб диаметром 529—820 мм целесообразным является применение неразрезных и консольных схем; компенсация продольных усилий в таких схемах достигается изгибом трубопровода под прямым углом на концах перехода. Промежуточные опоры выполняются свайными.

Через р. Язуз сооружен двухниточный арочный переход газопровода длиной пролета 30 м. Переход состоит из двух арок кругового очертания (рис. 38), расположенных параллельно по отношению друг к другу с расстоянием между осями 1400 мм.

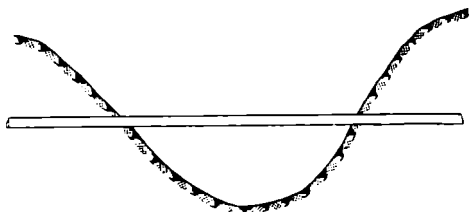


Рис. 37. Наземный переход конструкции ВНИИСТ.

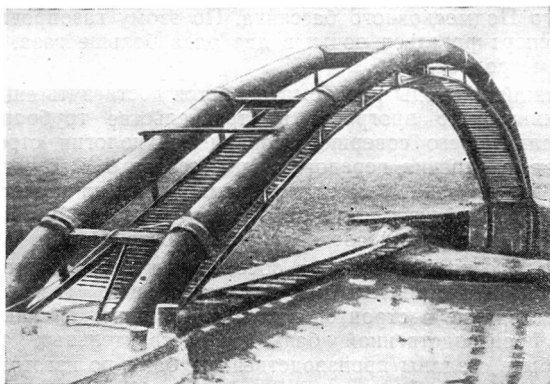


Рис. 38. Общий вид двухниточного арочного перехода через Язузу.

Между собой арки соединены поперечными связями из двутавровых балок № 16.

Аналогичные арочные переходы построены через р. Сетунь (пролетом от 18 до 24 м).

Из года в год бурно растет объем строительства турбопроводов в СССР. Только организации Главгаза СССР построили в 1950—1957 гг. газопроводы, нефтепроводы и продуктопроводы общей длиной (в км).

1950 г.	950	1954 г.	1982
1951 г.	847	1955 г.	2174
1952 г.	1077	1956 г.	2700
1953 г.	1597	1957 г.	4000

По сравнению с 1955 г. объем строительства магистральных газопроводов, нефтепроводов и продуктопроводов возрастет в 1958 г. примерно в 2,2 раза, в 1960 г. — почти в 4 раза, а в 1965 г. — не менее чем в 6 раз. Наряду с общим резким ростом, трубопроводного строительства в ближайшие годы произойдет, в частности, по магистральным газопроводам значительное увеличение диаметров (720—1020 мм). Газопроводы из труб диаметром 720 и 820 мм составят примерно 50—60% от общего объема их строительства. Сооружение газопроводов из труб диаметром 1020 мм будет зависеть главным образом от организации производства этих труб. Бесспорными являются большие преимущества газопроводов из таких труб. Достаточно указать, что по проектируемому газопроводу из месторождений Краснодарского края в районы центра по трубам диаметром 1020 мм будет передаваться такое количество природного газа, которое по тепловому эквиваленту равно современной добыче угля всего Подмосковного бассейна. По этому газопроводу будет транспортироваться почти в два раза больше газа, чем из труб диаметром 820 мм.

В ближайшие годы предусматривается достигнуть еще большего технического прогресса в строительстве трубопроводов путем дальнейшего совершенствования технологии строительных работ, внедрения передовых прогрессивных методов, комплексной механизации, изыскания принципиально новых решений в методах производства работ, что является неотложной задачей наших научно-исследовательских организаций.

Одной из основных задач в обеспечении намеченного грандиозного плана строительства магистральных газопроводов является создание в строительных и монтажных организациях мощной производственной базы. В строительных трестах должны быть созданы производственные базы по изготовлению строительных деталей и конструкции (железобетонные изделия, деревоизделия, металлоконструкции и пр.).

Снабжение трубопроводного строительства строительными материалами (лес, железобетон, кирпич и пр.) будет обеспечиваться совнархозами соответствующих административных экономических районов.

В ближайшие годы необходимо выполнить большой объем жилищного строительства для эксплуатационного персонала газовых месторождений, газопроводов, разведок.

И, наконец, коренные изменения должны произойти в строительстве наземных сооружений газопроводов. До последнего времени компрессорные станции строили в недостаточном количестве. Теперь немислимо развитие газовой промышленности без сооружения большого количества компрессорных станций, призванных обеспечить полное использование пропускной способности газопроводов. Каждая компрессорная станция — это

сложное сооружение стоимостью 25—40 млн. руб. В ней много цехов с установленным в них ответственным оборудованием.

Главное в этой области — научиться быстро строить такие станции, а для этого надо пересмотреть конструкции зданий, сделав их облегченными, из сборных узлов.

Перед нашими специализированными строительно-монтажными организациями стоят огромные задачи по обеспечению быстрого развития отечественной газовой индустрии.

ЛИТЕРАТУРА

А. С. Смирнов и А. И. Ширковский. Добыча и транспорт газа. М., Гостоптехиздат, 1957.

Использование газа в теплосиловых установках. Доклады к научно-техническому совещанию. М.-Л., Госэнергоиздат, 1957.

Н. Л. Стаскевич. Газоснабжение городов. т. 1, Л.-М., Гостоптехиздат, 1957.

Добыча, отбензинивание и транспорт нефтяного газа. Материалы научно-технического совещания. М., Гостоптехиздат, 1957.

Транспорт и переработка природного газа. Труды ВНИИГАЗ. М., Гостоптехиздат, 1957.

Ю. И. Боксерман. Природные газы и их использование. М., Гостоптехиздат, 1957.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение	3
<i>Глава первая. Основные направления развития газовой промышленности</i>	6
Задачи развития добычи газа	6
Разведка газовых месторождений	15
Направление использования газа	19
Улучшение топливного баланса	23
<i>Глава вторая. Использование газа в качестве химического сырья</i>	29
Газ — сырьевая база промышленности синтетических мате- риалов	29
Переработка конденсатов газовых месторождений	38
Химическая переработка газов	42
<i>Глава третья. Газоснабжение городов и населенных пунктов</i>	46
Основные направления газоснабжения городов	49
<i>Глава четвертая. Эффективность использования природных газов в народном хозяйстве</i>	61
Использование природного газа в черной металлургии	67
Применение природного газа в цементной промышленности	69
Эффективность использования природного газа в металлооб- рабатывающей промышленности	71
Природный газ как топливо и сырье в других отраслях на- родного хозяйства	73
<i>Глава пятая. Транспорт газа на большое расстояние</i>	79
Вопросы проектирования магистральных газопроводов	81
Подземное хранение газа	86
Трубы для сооружения газопроводов	88
Плоскостворачиваемые трубы	92
Неметаллические трубы	94
Компрессорные станции магистральных газопроводов	97
<i>Глава шестая. Строительство магистральных газопроводов</i>	101
Земляные работы	102
Сварка газопроводов	106
Очистка труб и их изоляция	114
Переходы через водные препятствия	123

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
22	14 снизу	15—16%	8—10%
24	Табл. 5, 2 колонка справа, 1, 2, 3, 4 сверху	9 012 4,0 21,0	1,9 0,2 40 210
34	2 снизу	1965 г.	1960 г.
65	1 строка под таблицей	в 2 раза	4,3 раза
93	19 и 20 снизу	800—600 <i>м.м</i> 1120—840 <i>м.м</i>	800—600 <i>м</i> 1120—840 <i>м</i>

Зак. 512/608.

Автор

Боксерман Юлий Израилевич

РАЗВИТИЕ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Ведущий редактор *П. Р. Ершов*
Корректор *Е. В. Сабынич*

Технический редактор *А. С. Полосина*

Подписано к набору 3/VI 1958 г. Подписано к печати 22/VII 1958 г. Формат 60 × 921/16.

Печ. л. 8,25. Уч.-изд. л. 8,29. Т-07623.

Тираж 4000 экз. Зак. 512/608. Цена 4 р. 15 к.

Госоптехиздат. Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Типография „Красный Печатник“. Ленинград, Московский проспект, 91.

4 р. 15 к.

3
Д1
14504

Экземпляр
ЧПУ. ВЕДА

Итого № 27813
27^а IX, 108 8^г