МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
СОЮЗШАХТОСТРОЙ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ШАХТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВНИИОМШС

СОЮЗШАХТОПРОЕКТ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
ЮЖГИПРОШАХТ

М Е Т О Д И К А

ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШАХТ

Харьков 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
СОЮЗШАХТОСТРОЙ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
организации и механизации шахтного строительства
ВНИИОМШС

СОЮЗШАХТОПРОЕКТ

Государственный проектный институт
ЮЖГИПРОШАХТ

СОГЛАСОВАНО
Главным инженером
В.О.Союзшахтострой
Ю.А.СИБИРСКИМ
5 июля 1978 г.

УТВЕРЖДЕНО
Первым заместителем Министра
угольной промышленности СССР
В.Б.БЕЛЫМ
6 июля 1978 г.

СОГЛАСОВАНО
Начальником В.О.
Союзшахтопроект
В.Ф.КРЫЛОВЫМ
5 июля 1978 г.

М Е Т О Д И К А

выбора рациональной технологической схемы обеспечения сжатым воздухом при строительстве шахт

Харьков 1978

Методика включает три раздела и приложение. В первом разделе приведены исходные условия, на которых базируется разработка методики, даны входные факторы и выходные параметры, получаемые в результате реализации решаемой задачи. Второй раздел посвящен выбору критерия оценки технологических схем обеспечения сжатым воздухом при строительстве шахт и разработке экономико-математической модели для его определения. В третьем разделе даны методические указания по расчету параметров, определяющих функцию цели. Приложение представлено инструкцией по реализации разработанной программы "Воздух" для ЭВМ "Минск-32" и примером расчета. Программа "Воздух" разработана отделом математического моделирования и вычислительной техники Южгипрошахта (программа хранится в архиве института).

Разработали методику: канд.техн.наук Греков А.Г. (научный руководитель), канд.техн.наук Морозов В.Е., ст.н.сотрудник Гершфельд А.А. (руководители работы), инженер Кушнарева Д.Б. (ответственный исполнитель) при непосредственном участии от ВНИИОМШСа канд.техн.наук Бессмертного А.С., инженеров Тополюльского В.И., Фицайло Т.Н., Вельгош Н.Л., Безсоновой Е.К.;

от Южгипрошахта канд.техн.наук Иванова А.М., Максимовича В.А., канд.экон.наук Уманского П.Я., инж.Тютюника Я.И., канд.техн.наук Тарана Л.А.

Ответственный за выпуск - ст.н.сотр.Гершфельд А.А.

Заказ № 178 от 20 октября 1978 г. Формат 60х84 1/16.
Печ.л. 1,0. Усл.печ.л.- 0,93. Тираж 250 экз. Цена 50 коп.

Ротапринт ВНИИОМШСа, г.Харьков, ГСП-92, ул.Отакара Яроша,18.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение 4

I. Исходные данные для оптимизации технологических схем снабжения сжатым воздухом 5

2. Экономико-математическая модель определения приведенных капитальных и эксплуатационных затрат II

3. Указания по определению стоимостных показателей I9

Приложение: Алгоритм 27
Инструкции 36
Пример расчета 44

В В Е Д Е Н И Е

Настоящая методика выбора рациональной технологической схемы обеспечения сжатым воздухом при строительстве шахт разработана с учетом использования современных средств вычислительной техники.

К основным задачам выбора технологической схемы сжатого воздуха относятся:

- определение производительности, количества компрессорных станций и места их расположения. Задача сводится к установлению целесообразности использования на стройке одной станции на центральной площадке или нескольких станций, располагаемых также на стройплощадках фланговых стволов шахты;

- определение оптимального набора компрессоров для оборудования компрессорных станций - выбор типа и количества компрессоров;

- определение диаметров труб сети сжатого воздуха - от компрессорной станции до конечных потребителей.

Эта комплексная многовариантная задача решается методами математического моделирования, позволяющими с использованием ЭВМ оптимизировать весь комплекс взаимосвязанных параметров в оптимальном варианте - при наиболее эффективном использовании капитальных вложений и текущих затрат.

Критерием оценки различных вариантов схем обеспечения сжатым воздухом приняты суммарные, приведенные на последний год строительства шахты, затраты, включающие капитальные вложения на сооружение компрессорных станций и воздухопроводных сетей, и текущие расходы по их эксплуатации, отнесенные к I м^3 расходуемого сжатого воздуха.

Разработанная методика базируется на рекомендациях "Временной инструкции по определению расчетных расходов сжатого воздуха для угольных шахт", разработанной институтом горной механики и технической кибернетики им.М.М.Федорова, "Указаний по проектированию трубопроводов, прокладываемых в подземных выработках угольных и сланцевых шахт", утвержденных Минуглепромом СССР и "Отраслевой инструкции экономической эффективности капитальных вложений в угольной промышленности".

Методика предназначена для использования проектными, научно-исследовательскими институтами и шахтостроительными организациями.

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СНАБЖЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

Компрессорные станции. Для решения вопроса выбора оборудования компрессорных станций были изучены типовые проекты автоматизированных отдельно стоящих компрессорных станций, разработанные Гипростроймашем и Промстройниипроектом (г.Ростов). Рассмотрены проекты следующих станций: 4к-20А производительностью 80 м^3/мин с четырьмя компрессорами ВП-20/8 МУ4; 4к-50А производительностью 200 м^3/мин с четырьмя компрессорами 2ВМ10-50/8; 3к-100А производительностью 300 м^3/мин с тремя компрессорами 4ВМ 10-100/8; 4к-250А производительностью 1000 м^3/мин с четырьмя компрессорами К-250-61-2; 4к-500А производительностью 2000 м^3/мин с четырьмя компрессорами К-500-61-1. Были рассмотрены проектные материалы Донгипроргшахтостроя по передвижной компрессорной станции ПКВ-25/8 производительностью 25 м^3/мин с одним компрессором 6ВКМ.

Использована проектно-сметная документация по временным компрессорным станциям производительностью от 150 до 500 м^3/мин, разработанная за последние десять лет для шахтновостроек Донецкого бассейна.

В результате изучения перечисленных материалов для решения поставленной задачи по каждому компрессору определена стоимость приобретения, монтажа и демонтажа оборудования, приходящегося на один компрессор, а также рассчитаны эксплуатационные затраты[x].

В табл.1 приведена техническая характеристика используемых при строительстве шахт компрессоров.

Для расчета затрат по постоянным зданиям компрессорной станции последние приняты следующей конструкции: колонны,

[x] Укрупненные стоимостные затраты рассчитаны для Донецкого бассейна.

фундаменты под них, перекрытия и фермы покрытия из сборных железобетонных конструкций; фундаменты под оборудование - монолитные бетонные или железобетонные, стены - панельные, полы бетонные или из керамической плитки. Временные здания приняты кирпичные или инвентарные конструкции ВНИИОМШС.

Объемы и стоимость зданий компрессорных станций приведены в табл.2.

Трубопроводы. Трубопроводы сжатого воздуха подразделяются на надземные, прокладываемые от компрессорной станции к стволам и другим потребителям сжатого воздуха, стволовые, подвешиваемые в стволах, и шахтные, прокладываемые в горизонтальных и наклонных горных выработках.

Соединение труб, прокладываемых на поверхности, принято электросварным, в стволах и горных выработках - быстроразъемное или на фланцах. В стволах трубы крепятся к расстрелам армировки либо к крепи.

Трубопроводы принимаются по ГОСТ 8732-70 и 10704-63.

Трубопроводы рассчитываются для периода максимального развития горных работ и наибольшей нагрузки.

Для определения оптимальной схемы обеспечения сжатым воздухом и параметров воздушной сети разработан алгоритм и программа для ЭВМ "Минск-32" на языке Фортран. Разработанная программа позволяет решать поставленную задачу для различных по мощности и условиям строительства шахт. При реализации задачи учитываются следующие факторы, определяющие искомые параметры:

- срок строительства шахты;
- количество строительных площадок (стволов) на шахте, с которых ведется подготовка шахтного поля;
- координаты строительных площадок (стволов) или расстояние между ними;
- глубина стволов;
- температура воздуха в шахте;
- сеть горных выработок и схема подготовки шахтного поля;
- потребность в сжатом воздухе на строительных площадках по годам строительства;
- число концевых участков подземной сети по каждому стволу;
- общее число участков разводки трубопроводов по каждому стволу и их длина;

Объемы и стоимость зданий компрессорных станций

Таблица I

Показатели	Един. изм.	Производительность компрессора, $м^3$/мин					
		ВП-20/8муч	2ВМ10-50/8	ЧВМ10-100/8	К-250-61-2	К-500-61-1	6ВКМ
Производительность	$м^3$/мин	20	50	100	250	500	25
Давление сжатого воздуха	ати	8	8	8	8	8	8
Температура	°С	40	40	40	40	-	-
Электродвигатель	тип	ДСК-12-24-12	СДК-2-16-24-12к	СДК2-17-26-12к	СТД-1600-2	СТД-3200-2	АЗ-315М 2БУ2
Мощность	квт	125	320	630	1600	3200	200
Холодильник концевой	м2	ХРК-9	14	34	100	180	-
Система охлаждения		оборотная с разрывом струи			оборотная		воздушная
Максимальный расход охлаждающей воды при $t = 20^0$С	$м^3$/час	9,0	18,5	41	335	-	-
Завод-изготовитель		Краснодарский	Пензенский		Хабаровский з-д "Энергомаш"		Казанский

Таблица 2

Объемы и стоимость зданий компрессорных станций

Тип здания	Показатели	Производительность компрессора, м³/мин					
		20	25	50	I00	250	500
Временные (из штучных строительных материалов)	Объем здания на I компрессор, м³	234	-	738	I258	-	-
	Стоимость I м³ здания, руб.	27,3	-	I4,I2	II,26	-	-
	Всего, тыс.руб.	6,505	-	I0,42	I4,I7	-	-
Постоянные	Объем здания на I компрессор, м³	580	-	I230	I385	I590	252I
	Стоимость I м³ здания, руб.	2I,8	-	2I,8	22,6	I8,9	I6,8
	Всего, тыс.руб.	I2,64		26,8I	3I,30	30,05	42,35
Инвентарные	Объем здания на I компрессор, м³	326	-	62I	-	-	-
	Стоимость I м³ здания, руб.	24,0	-	I7,8	-	-	-
	Всего, тыс.руб.	7,82	-	II,05	-	-	-

- расход сжатого воздуха по каждому концевому участку (рассчитывается по методике, приведенной во "Временной инструкции по определению расчетных расходов сжатого воздуха для угольных шахт") или тип и количество пневмомеханизмов.

Разработанный алгоритм позволяет реализовать задачу оптимизации технологических схем снабжения сжатым воздухом и параметров воздушной сети при следующих ограничениях факторов, их определяющих:

- срок строительства шахты (блока, горизонта) принят в интервале от 2 до 15 лет;
- число строительных площадок (стволов) не превышает 8;
- расстояние между двумя смежными стройплощадками (стволами) не превышает 5 км;
- глубина стволов принята в интервале от 300 до 1500 м;
- сеть трубопроводов каждого ствола снабжается сжатым воздухом от одной компрессорной станции;
- на каждом участке прокладывается только один трубопровод;
- потребность в сжатом воздухе на площадках по годам строительства может быть величиной переменной;
- общее число участков сети на каждом стволе не превышает 50;
- расход сжатого воздуха на концевом участке принят в интервале от 10 до 60 $м^3$/мин;
- утечки воздуха в трубопроводах при фланцевом соединении составляют 200 $нм^3$/час км;
- длина каждого участка не превышает 10 км;
- давление сжатого воздуха на участке у потребителя 5 ати.

Выходными результатами задачи являются:

1) оптимальные диаметры трубопроводов по участкам;
2) производительность компрессорной станции в каждый год строительства;
3) оптимальный набор компрессоров для каждого года строительства;
4) стоимость компрессорного оборудования;
5) стоимость строительно-монтажных работ;
6) стоимость эксплуатации компрессорных станций и сети

сжатого воздуха в течение всего периода строительства;

7) приведенные к последнему году строительства суммарные капитальные и эксплуатационные затраты, связанные с сооружением и эксплуатацией компрессорных станций и воздухопроводных сетей, отнесенные к I $м^3$ расходуемого сжатого воздуха.

Такие параметры технологической схемы обеспечения сжатым воздухом как количество компрессорных станций, места их расположения (стройплощадки, где они должны располагаться), целесообразность использования постоянных компрессорных станций в период строительства определяются по показателю приведенных к последнему году строительства капитальных и эксплуатационных затрат, отнесенных к I $м^3$ сжатого воздуха. Оптимальным является тот вариант, при котором приведенные затраты будут минимальными.

На выходные результаты накладываются следующие ограничения:

количество рабочих компрессоров на одной станции не превышает 6;

на станции производительностью менее 250 $м^3$/мин устанавливается не более двух типов компрессоров, на станции производительностью более 250 $м^3$/мин - не более трех;

для станций, оборудуемых компрессорами производительностью более 100 $м^3$/мин, здания могут быть временные или постоянные, для станции с компрессорами производительностью менее 100 $м^3$/мин - только временные;

производительность резервного компрессора должна быть не ниже максимальной производительности компрессора в наборе;

компрессорные станции, как правило, оборудуются компрессорами одного типа; оборудование станции компрессорами разной производительности производится в случаях неравномерного потребления сжатого воздуха приемниками.

2. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ, ПРИВЕДЕННЫХ К ПОСЛЕДНЕМУ ГОДУ СТРОИТЕЛЬСТВА ШАХТЫ

Выше было отмечено, что критерием оценки различных вариантов схем обеспечения сжатым воздухом при строительстве шахт принят минимум суммарных приведенных к последнему году строительства капитальных и эксплуатационных затрат на сооружение и эксплуатацию компрессорных станций, трубопроводных сетей, отнесенных к I м^3 сжатого воздуха, расходуемого за весь период строительства.

В общем виде расчетная модель оценочного критерия имеет вид

$$З^{уд}_{прив} = \frac{\sum_{\eta=1}^{T} K_{кап}(1+E)^{T-\eta} + \sum_{\eta=1}^{T} C_{тек}(1+E)^{T-\eta}}{\sum_{\eta=1}^{T} Q_{\eta\ сж.\ возд.}} \rightarrow min,$$

где $З^{уд}_{прив}$ – суммарные удельные капитальные и эксплуатационные затраты на сооружение и эксплуатацию компрессорных станций и трубопроводных сетей, отнесенные к I м^3 сжатого воздуха, расходуемого за весь период строительства шахты;

$K_{кап}$ – капитальные затраты;

$C_{тек}$ – эксплуатационные (текущие) затраты;

T – продолжительность строительства шахты в годах;

$\sum_{\eta=1}^{T} Q_{\eta\ сж.\ возд}$ – объем расходуемого сжатого воздуха за весь период строительства шахты;

η – год строительства шахты.

Числитель модели, представляющий собой сумму приведенных разновременных капитальных и эксплуатационных затрат к последнему году строительства, включая составляющие затраты, в развернутом виде примет вид:

$$З_{прив} = \sum_{\eta=1}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} [A_{n\eta} + B_{n\eta} + Д_{n\eta} + M_{n\eta}] +$$

$$+ \sum_{\eta=1}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} [L_{n\eta} + Q_{n\eta} + S_{n\eta} + U_{n\eta} + Z_{n\eta}] +$$

$$+ \sum_{\eta=1}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} [G_{n\eta} + H_{n\eta} + W_{n\eta} + C_{n\eta}^{зар} + C_{n\eta}^{эл.раб} + C_{n\eta}^{эл.рез}] +$$

$$+ \sum_{\eta=1}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} [N_{n\eta} + P_{n\eta} + У_{n\eta} + X_{n\eta}] + \sum K - \sum C_{возвр.}$$

Ниже дается расшифровка буквенных обозначений составляющих, приводятся формулы для их определения и таблицы № 2,3,4,5,6 полученных величин.

$З_{прив}$ - суммарные капитальные и эксплуатационные затраты на сооружение и эксплуатацию компрессорных станций и воздухопроводных сетей, приведенные к моменту окончания строительства шахты;

T - срок строительства шахты; принимается с учетом нормативных и фактических данных от 5 до 15 лет;

E - народнохозяйственный норматив для приведения разновременных затрат, принят по типовой методике определения экономической эффективности капвложений, E=0,08

$A_{n\eta} = \sum_{j=1}^{j} C_j^{1м^3} V_j \, i_{jn\eta}$ стоимость зданий компрессорных станций, построенных в η - году;

$C_j^{1м^3}$ - стоимость I м³ здания компрессорной станции с компрессорами j -го типа; рассматриваются постоянные, временные и инвентарные здания (табл.2);

n - число строительных площадок шахты (стволов);

j - тип компрессоров; рассматриваются компрессоры передвижные производительностью 25 м³/мин, поршневые 20,50,100 м³/мин и турбокомпрессоры - 250, 500 м³/мин;

V_j – объем здания, приходящийся на один компрессор j-го типа (см.табл.2);

$i_{jn\eta}$ – количество действующих (рабочих и резервных) компрессоров j-го типа на n-ой стройплощадке в η-году;

$B_{n\eta} = \sum_{j=1}^{j} C_j^{ком} \cdot i_{jn\eta}$ – стоимость монтажа всех компрессоров на n-стройплощадках;

$C_j^{ком}$ – стоимость монтажа с транспортировкой, приходящаяся на один компрессор j-го типа;

$D_{n\eta} = \sum_{j=1}^{j} C_j^{приобр} \cdot i_{jn\eta}$ – стоимость приобретения оборудования компрессорных станций;

$C_j^{приобр}$ – стоимость приобретения оборудования, приходящаяся на один компрессор j-го типа (с учетом стоимости компрессора);

$M_{n\eta} = \sum_{к} \sum_{\theta} C_к^{м.пов} \cdot \ell_{1к\theta}$ – стоимость монтажа трубопровода на поверхности;

где $C_к^{м.пов}$ – стоимость монтажа 1 км трубопровода К-го диаметра на поверхности;

$\ell_{1к\theta}$ – длина трубопровода К-го диаметра на θ-ом участке;

$к$ – диаметр трубопровода;

θ – участок трубопровода К-го диаметра;

$L_{n\eta} = \sum_{j=1}^{j} C_j^{дем} (i_{jn\eta}^{раб} + i_{jn\eta}^{рез})$ – стоимость демонтажа компрессоров;

где $C_j^{дем}$ – стоимость демонтажа компрессора j-го типа;

$i_{jn}^{раб}$, $i_{jn}^{рез}$ – количество рабочих и резервных компрессоров j-го типа на n-й стройплощадке;

$Q_{n\eta} = \sum_{к} \sum_{\theta} C_к^{дем.пов} \cdot \ell_{1к\theta}$ – стоимость демонтажа труб на поверхности,

где $C_к^{дем.пов}$ – стоимость демонтажа 1 км труб к-го диаметра на поверхности;

$\ell_{1к\theta}$ – длина трубопровода к-го диаметра на θ-ом участке;

$S_{пр} = \sum_{к} \sum_{l} C_{к}^{дем.ств} \cdot l_{2кl}$ – стоимость демонтажа труб в стволах,

где $C_{к}^{дем.ств.}$ – стоимость демонтажа 1 км труб к-го диаметра в стволе;

$l_{2кl}$ – длина трубопровода к-го диаметра в стволе;

$U_{пр} = \sum_{к} \sum_{и} C_{к}^{дем.гор} l_{зки}$ – стоимость демонтажа трубопровода на горизонте,

где $C_{к}^{дем.гор.}$ – стоимость демонтажа 1 км трубопровода к-го диаметра на горизонте;

$l_{зки}$ – длина трубопровода к-го диаметра на участке "и" на горизонте;

$Z_{пр} = \sum_{j=1}^{j} C_{j}^{дем.зд.} V_{j} \cdot i_{jпр}$ – стоимость демонтажа временных компрессорных зданий;

где $C_{j}^{дем.зд}$ – стоимость демонтажа 1 м^3 здания для компрессоров j-го типа;

V_{j} – объем здания компрессором j-го типа;

Для временных зданий из штучного материала $C_{j}^{дем.зд} = 0{,}5 C_{j}^{1м^3}$, т.е. 50% от стоимости здания.

Для инвентарных зданий $C_{j}^{дем.зд} = 0{,}04 C_{j}^{1м^3}$,

$i_{jп}$ – количество (рабочих и резервных) компрессоров;

$G_{пр} = \sum_{j=1}^{j} C_{j}^{экс.раб} \cdot i_{jпр}^{раб}$ – затраты по эксплуатации рабочих компрессоров в год,

где $C_{j}^{экс.раб}$ – затраты по эксплуатации одного компрессора j-го типа в год;

$i_{jпр}^{раб}$ – количество рабочих компрессоров j-го типа на $п$-ой стройплощадке в $р$-году;

$H_{пр} = \sum_{j=1}^{j} C_{j}^{экс.рез} \cdot i_{jп}^{рез}$ – затраты по эксплуатации резервных и отключенных компрессоров в год,

где $i_{jn\eta}^{рез}$ – количество резервных и отключенных компрессоров j-го типа на n-ой площадке в η-году;

$W_{n\eta} = \sum_{k}\sum_{\theta} C_k^{экс.пов} \ell_{1k\theta\eta}$ – затраты по эксплуатации труб на поверхности в год,

где $C_k^{экс.пов}$ – затраты по эксплуатации I км труб на поверхности к-го диаметра в год;

$\ell_{1k\theta}$ – длина трубопровода к-го диаметра на поверхности на θ участке;

$C_{n\eta}^{зар} = n_1 C_{j_1}^{зар} + n_2 C_{j_2}^{зар} = n_1 \cdot i_{jn} C_{jм} + n_2 i_{jn} C_{jб}$;

– заработная плата рабочих по обслуживанию компрессорной станции в год,

где n_1, n_2 – количество площадок с компрессорными станциями при производительности компрессоров соответственно до 100 м³/мин и свыше 100 м³/мин (включительно);

$C_м, C_б$ – зарплата рабочих по обслуживанию одного компрессора в год, соответственно производительностью до 100 м³/мин и свыше 100 м³/мин (включительно);

$C_м$ =4,35 тыс.руб; при $i_{jn} \geq 3$ $i_{jn} C_м$ = 13,0 тыс.руб.

$C_б$ =6,5 тыс.руб; при $i_{jn} \geq 3$ $i_{jn} C_б$ = 20,0 тыс.руб.

Зарплата по обслуживанию компрессорной станции при $i_{jn} \geq 3$ принята по тарифным ставкам из принятого состава бригады, в которую входят:

моторист УI разряда – I человек
моторист У разряда – I человек
слесарь IУ разряда – I человек

$C_{n\eta}^{эл.раб.}$ – стоимость электроэнергии по двухставочному тарифу в η – год для рабочих компрессоров;

$C_{n\eta}^{эл.рез.}$ – стоимость электроэнергии за установленную мощность резервных и отключенных компрессоров;

$N_{n\eta} = \sum_{k}\sum_{\ell}^{m} C_k^{м.ств} \cdot \ell_{2k\ell}$ – стоимость монтажа трубопроводов в стволе;

где $C_к^{м.ств.}$ – стоимость монтажа I км трубопровода к-го диаметра на всем участке ствола;

m – количество стволов на центральной площадке;

$l_{2к\ell}$ – длина трубопровода к-го диаметра на ℓ-ом участке ствола;

$P_{пг} = \sum_к \sum_и C_к^{м.гор} \cdot l_{3ки}$ – стоимость монтажа трубопроводов на горизонте;

где $C_к^{м.гор.}$ – стоимость монтажа I км трубопровода к-го диаметра на горизонте;

$l_{3ки}$ – длина трубопровода к-го диаметра на $и$-ом участке на горизонте;

$У_{пг} = \sum_к \sum_\ell^m C_к^{экс.ств} \cdot l_{2к\ell г}$ – затраты по эксплуатации трубопровода в стволах в год;

где $C_к^{эк.ств}$ – затраты по эксплуатации I км трубопровода в стволе в год;

$l_{2к\ell}$ – длина трубопровода к-го диаметра на ℓ-ом участке;

$Х_{пг} = \sum_к \sum_и C_к^{экс.гор} \cdot l_{3кигг}$ – затраты по эксплуатации трубопроводов на горизонте в год;

где $C_к^{экс.гор}$ – затраты по эксплуатации I км трубопроводов на горизонте в год;

$l_{3ки}$ – длина трубопровода к-го диаметра на $и$-ом участке на горизонте;

$\sum К$ – отчисления на капитальный ремонт по компрессорам, трубопроводам и зданиям,

$$\sum К = К_{ком} + К_{тр} + К_{зд},$$

где

$$К_{ком} = \sum_г^т \sum_{n=1}^{n} (1+Е)^{т-г} \frac{У_1}{100} Д_{пг}$$ – отчисления по компрессорам,

где $У_1$ – процент отчислений на капитальный ремонт компрессоров, принимается по действующим нормам амортизационных отчислений: для поршневых компрессоров производительностью 20,50, 100 м3/мин – 4%; для турбокомпрессоров производительностью 250-500 м3/мин – 2,4%, для передвижных компрессоров производительностью 2 5 м3/мин – 6,4%;

$K_{тр} = K_{тр}^{пов} + K_{тр}^{ств} + K_{тр}^{гор}$ – отчисления по трубопроводам, где

$$K_{тр}^{пов} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} \frac{\nu_2}{100} C_к^{мат} \cdot \ell_{1кв}, \quad \nu_2 = 4{,}8\%;$$

$$K_{тр}^{ств} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} \frac{\nu_3}{100} C_к^{мат} \cdot \ell_{2кл}, \quad \nu_3 = 9{,}12\%;$$

$$K_{тр}^{гор} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} (1+E)^{T-\eta} \frac{\nu_4}{100} C_к^{мат} \cdot \ell_{3ки}, \quad \nu_4 = 9{,}12\%,$$

$$K_{зд} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} C_j^{1м^3} V_j \; i_{jn} \frac{\nu_5}{100} (1+E)^{T-\eta},$$

$\nu_5 = 1{,}4\%$ постоянные здания;

$\nu_5 = 2{,}8\%$ временные здания,

$\nu_5 = 2{,}1\%$ инвентарные здания.

$\sum C_{возвр}$ – возвратная сумма по оборудованию компрессорных станций, трубопроводам и зданиям в результате неполного использования их во времени;

$$\sum C_{возвр} = (C_{полн} - C_{рем})(1+E)^{T-\eta},$$

где $C_{полн} = A_{n\eta} + B_{n\eta} + D_{n\eta} + M_{n\eta} + N_{n\eta} + P_{n\eta}$

– стоимость сооружения зданий компрессорных станций, приобретения и монтажа компрессоров, прокладки трубопроводов.

$C_{рем} = C_{ком} + C_{тр} + C_{зд}$

– отчисления на полное восстановление.

$C_{ком} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} \frac{\lambda_1}{100} (B_{n\eta} + D_{n\eta})$ – отчисления по компрессорам, где

λ_1 – процент отчислений на полное восстановление в год, принимается по действующим нормам /7/ (табл.3).

Таблица 3

Тип компрессора	Производительность, м³/мин	Процент отчислений	Время работы, t
Поршневые	20,50,100	5,5	$1 \leq t \leq 18,2$
Турбокомпрессоры	250,500	4,0	$1 \leq t \leq 25,0$
Передвижные	25	18,9	$1 \leq t \leq 7,2$

$C_{тр} = C_{тр}^{пов} + C_{тр}^{ств} + C_{тр}^{вор}$ – отчисления по трубопроводам,

где $C_{тр}^{пов} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} \mu_{n\eta} \frac{\lambda_2}{100}$;

λ_2 – процент отчислений на полное восстановление труб на поверхности в год, принимается по нормам $\lambda_2 = 8,3\%$ при $1 \leq t \leq 12$ (поз.30119 и примечание $K_1 = 3,4$, $K_2 = 1,9$);

$C_{тр}^{ств} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} N_{n\eta} \frac{\lambda_3}{100}$;

λ_3 – процент отчислений на полное восстановление труб в стволах в год, принимается по нормам $\lambda_3 = 28,2\%$ при $1 \leq t \leq 3,5$.

$$C_{тр}^{гор} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} P_{n\eta} \frac{\lambda_4}{100},$$

λ_4 – процент отчислений на полное восстановление труб на горизонте в год, принимается по нормам $\lambda_4 = 28,2\%$.

Для постоянных зданий

$$C_{зд}^{пост} = \sum_{\eta}^{T} \sum_{n=1}^{n} A_{n\eta} \frac{\lambda_5}{100},$$

λ_5 – процент отчислений на полное восстановление постоянных зданий в год, $\lambda_5 = 1,0\%$ при $1 \leq t \leq 100$.

Для временных зданий

$$C_{зд}^{врем} = \sum_{n=1}^{n} A_{n\eta} \cdot 0,15.$$

Для инвентарных зданий

$$C_{эд}^{инв} = \sum_{n=1}^{n} [V_j \cdot C_j^{1м^3} \cdot i_{jn} \cdot 0{,}85 + 0{,}59 \cdot \eta V_j C_j \cdot i_{jn}].$$

Отчисления на полное восстановление оборудования, материалов и зданий производится за время t. Если продолжительность строительства шахты (Т) окажется больше срока службы оборудования (t), т.е. $T > t$, методикой при выборе оптимальной схемы снабжения сжатым воздухом не предусматривается замена этого оборудования новым. Естественно, при этом возвратная сумма равна нулю.

3. УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Расчет капитальных и эксплуатационных затрат выполнен следующим образом.

Стоимость приобретения оборудования определена по действующим ценникам и прейскурантам, а также по данным заводов-изготовителей.

Затраты на монтаж, демонтаж и транспорт рассчитаны по типовым проектам компрессорных станций с учетом технологического и электрического оборудования, средств автоматизации и КИП, приходящихся на один компрессор.

Результаты расчетов инвентарной стоимости и приобретения компрессоров, затрат на монтаж и демонтаж, а также годовых эксплуатационных расходов приведены (в тыс.руб.) в табл.4. Эксплуатационные расходы, состоящие из затрат на заработную плату рабочих по обслуживанию компрессорных станций, на все виды ремонтов, кроме капитального, смазочные и обтирочные материалы, отнесенные на один компрессор, определены следующим образом.

Затраты труда рабочих по обслуживанию компрессорной станции определены из принятого состава бригады: для обслуживания компрессорной станции производительностью более 100 м^3/мин бригада принята в составе 3-х человек - моториста УI разряда, моториста У разряда и слесаря IУ разряда; для обслуживания компрессорной станции производительностью до 100 м^3/мин бригада состоит из 2-х человек - моториста УI разряда и слесаря IУ разряда.

Тарифные ставки рабочих по обслуживанию компрессорной станции приняты по действующему тарифно-квалификационному справочнику. Косвенные расходы на заработную плату приняты в размере 30%.

Таблица 4

Показатели, тыс.руб.	Производительность компрессора, $м^3$/мин					
	20	25	50	I00	250	500
Расчетно-инвентарная стоимость (C_j прибор)[x]	I5,48	2I,6	36,528	75,33	I28,0	I96,I
Монтаж и транспорт (C_j компр.)	3,4	0,4	I0,49	I2,4	I6,03	I9,2
Демонтаж (C_j дем.)	0,5	0,09	I,88	2,I2	2,4	2,3
Эксплуатационные затраты на I год (C_j экспл.)	7,65 / I,9	I2,7 / 2,3	I6,8 / 4,6I	35,I / 8,53	5I,7 / I4,2	89,8 / 26,0
Стоимость электроэнергии по 2-х ставочному тарифу при коэффициенте спроса K_c =0,9 ($C_{эл}$)	6,62	I0,58	I6,92	33,33	84,64	I69,28
Стоимость за установленную мощность резервных и отключенных компрессоров	I,78	2,84	4,54	8,95	22,72	45,44

x) С учетом устройства насосных станций и градирен

xx) В числителе - на один рабочий компрессор, в знаменателе - на один резервный. Затраты показаны без заработной платы рабочих по обслуживанию компрессорной станции.

Полная стоимость электроэнергии, потребляемая двигателями работающих компрессоров, определяется по двухставочному тарифу и состоит из стоимости израсходованной электроэнергии, учтенной счетчиком E_I, и стоимости за установленную мощность высоковольтных двигателей E_2,

$$C_{эл} = E_I + E_2 .$$

Стоимость израсходованной электроэнергии за год определяется

$$E_1 = e_1 P k_c T ,$$

где e_1 – стоимость I кВт-ч израсходованной электроэнергии; для системы Донбассэнерго e_1=0,007 руб;

P – мощность двигателя по паспорту, кВт (табл.5);

K_c – коэффициент спроса, определяется отношением расходуемого сжатого воздуха в течение наиболее загруженного двухчасового периода к установленной производительности компрессорной станции; K_c =0,3–1,0; предварительное значение K_c принимается K_c =0,9;

T – число часов работы компрессора в году,

$$T = 300 \cdot 3 \cdot 6{,}82 = 6138 \text{ часов},$$

где 300 – число рабочих дней в году;
3 – количество смен в сутки;
6,82 – продолжительность смены, час.

Стоимость установленной мощности высоковольтных электродвигателей рабочих компрессоров (E_2) определяется

$$E_2 = e_2 P_1 ,$$

где e_2 – тариф по прейскуранту 09–01 за I кВа в год;
e_2 = 12,8 руб/год кВа;
P_1 – мощность двигателя, кВа,

$$P_1 = \frac{P}{\cos\varphi} , \text{ кВа} ,$$

Характеристика электродвигателей

Таблица 5

№ пп	Тип компрессора	Завод-изготовитель	Двигатель	Напряжение, В	Cosφ электродвигателя, номинальный	Установленная мощность, кВт	Основание
I	ВП-20/8 МУ4	Краснодарский компрессорный	ДСК-I2-24-I2УЧ	380	0,9	I25	ТП 904-I-2I
2	6ВКМ	Казанский компрессорный завод	АЗ-3I5М-2БУ2	380	0,9	200	I,35I.002.ТО
3	2ВМ10-50/8	Пензенский компрессорный завод	СДК-2-I6-24-I2к	6000	0,9	320	ТП904-I-28
4	4ВМ10-I00/8	Пензенский компрессорный завод	СДК-2-I7-26-I2к	6000	0,9	630	ТП-904-I-29
5	К-250-6I-2	Хабаровский завод "Энергомаш"	СТД-I600-2	6000	0,9	I600	ТП-904-I-7/70
6	К-500-6I-I	Хабаровский завод "Энергомаш"	СТД-3200-2	6000	0,9	3200	ТП-904-I-I7

$Cos\varphi$ - номинальный $cos\varphi$ электродвигателя по паспорту (табл.5).

Стоимость электроэнергии в год одного рабочего компрессора по 2-х ставовчному тарифу при K_c =0,9 представлена в табл.4. Таким же образом определена стоимость за установленную мощность резервных и отключенных компрессоров.

Расход воды на охлаждение компрессоров принят из расчета восполнения потерь в размере 10% общей потребности, указанной в Технической характеристике компрессора, На стоимость воды начисляются косвенные расходы в размере 10%.

Годовые затраты на все виды ремонтов, кроме капитального, определены следующим образом:

по оборудованию компрессорной затраты на ремонт по рабочим компрессорам приняты в размере 29% от расчетной их стоимости, по резервным компрессорам - в размере 25% от затрат по рабочим, т.е. 29 × 0,25 = 7,25% от расчетной стоимости;

по постоянным зданиям компрессорной затраты на указанный ремонт приняты в размере 50% от затрат на капитальный ремонт этих зданий.

Затраты на смазочные и обтирочные материалы для работающих компрессоров на машино-смену приняты в размере 0,1 коп. за 1 квт-час расходуемой электроэнергии, для резервных или отключенных применен поправочный коэффициент К=0,25.

Затраты по монтажу, демонтажу и эксплуатации трубопроводов на поверхности, в стволах и на горизонте определены по сметным показателям для трубопроводов диаметром 75-1000 мм. Итоговые данные этих затрат приведены в табл.6.

Таблица 6

Стоимость монтажа, демонтажа, материалов и эксплуатации трубопроводов

тыс.руб.
Iим

Диаметр, мм	Поверхность				Стояки				Горизонт			
	Стоимость монтажа, $С_{к\ м.пов.}$	Стоимость демонтажа, $Ск^{дем.пов.}$	Стоимость материалов, $Ск^{мат.}$	Эксплуатация трубопроводов в год, $Ск^{экс.пов.}$	Стоимость монтажа, $Ск^{м\ ств.}$	Стоимость демонтажа, $Ск^{дем.ств.}$	Стоимость материалов, $Ск^{мат}$	Эксплуатация трубопровод. в год, $Ск^{экс\ ств.}$	Стоимость монтажа, Ск м гор	Стоимость демонтажа, $Ск^{дем\ гор}$	Стоимость материалов, $Ск^{мат}$	Эксплуатация трубопровод. в год, $Ск^{экс\ гор}$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
75	2,34	0,22	I,57	I,08	3,45 3,56	0,29 0,33	I,57	I,74	3,43	0,27	I,57	I,68
I00	2,97	0,27	2,0	I,08	4,46 4,62	0,42 0,48	2,0	I,74	4,42	0,4	2,0	I,68
I25	3,52	0,29	2,39	I,09	5,24 5,48	0,47 0,56	2,39	I.75	5,I2	0,42	2,39	I,69
I50	4,37	0,39	2,97	I,09	6,30 6,68	0,57 0,72	2,97	I,75	6,30	0,57	2,97	I,69
I75	5,66	0,48	3,94	I,09	7,66 7,98	0,66 0,78	3.94	I.75	7,3	0,5I	3,94	I,69
200	7,0I	0,5I	5,2	I,I	9,2 9,43	0,79 0,89	5,2	I.76	8,97	0,7	5,2	I,70
225	8,48	0,67	6,26	I,I	II,I II,24	I,0 I,I	6,26	I,76	I0,87	0,9I	6,26	I,70
250	9,53	0,7	7,05	I,II	I2,43 I2,43	I,I4 I,I4	7,05	I,77	I2,I3	I,02	7,05	I.7I
275	II,29	0,74	8,7	I,I2	I5,I9	I,47	8,7	I,78	I4,28	I,07	8,7	I,72
300	I2,28	0,8I	9,5	I,I2	I6,52	I,65	9,5	I,78	I5,36	I,I7	9,5	I,72
325	I3,27	0,88	I0,3	I,I2	I7,72	I,72	I0,3	I,78	I5,87	0,9	I0,3	I,72
350	I5,98	I,06	I2,3	I,I3	20,63	I,92	I2,3	I,79	I9,I8	I,35	I2,3	I,73
375	I6,98	I,I3	I3,II	I,I4	22,56	2,23	I3,II	I,80	20,I3	I,23	I3,II	I,74
400	I6,89	0,85	I3,7	I,I4	22,40	I,9I	I3,7	I,80	20,4	I,3I	I3,7	I,74

Продолжение таблицы 6

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
425	I7,89	0,90	I4,57	I,I4								
450	20,67	I,I	I6,92	I,I5								
500	22,52	I,2	I8,46	I,I6								
550	29,88	I,6I	24,68	I,I9								
600	30,98	I,69	25,56	I,2								
700	25,97	I,I3	2I,90	I,I8								
800	29,09	I,29	24,60	I,20								
900	34,4I	I,45	29,50	I,22								
I000	4I,85	I,84	35,90	I,25								

Примечание: числитель - стоимость монтажа и демонтажа при глубине ствола 300 м
знаменатель - стоимость монтажа и демонтажа при глубине ствола 400-I500 м

П Р И Л О Ж Е Н И Е I

АЛГОРИТМ ЗАДАЧИ

I. Объединение нескольких топологий сетей различных стволов в единую систему.

Для описания технологических схем введены следующие определения.

Узловой ствол – ствол, на котором расположена компрессорная станция или от которого есть ответвления на другие стволы.

Концевой ствол – ствол, на котором нет компрессорной и отсутствуют ответвления на другие стволы.

На рис.I приведен пример наземной сети и расположения компрессорных станций; узловыми стволами являются I,2,3,4,8, концевыми – 5,6,7

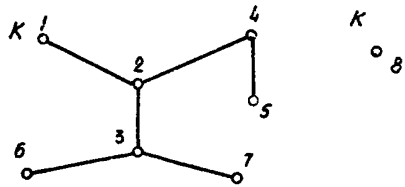


Рис.I. Схема наземной сети и расположения компрессорных станций: К – место расположения компрессорной станции; О – место расположения ствола (площадка)

Для расчета сети, подающей воздух от одной компрессорной станции, необходимо объединить несколько топологий подземных сетей в единую сеть. Для этого осуществляется автоматическая перенумерация участков трубопроводов в соответствии с правилами нумерации сети. Объединение осуществляется поэтапно. Прежде всего определяются номера концевых стволов /КСК/, питающихся от i -ой компрессорной станции. Потом определяется номер узлового ствола системы, объединяющей только концевые стволы. Затем производится перенумерация трубопроводов на данном участке сети, т.е. несколько концевых стволов заменяются одним.

При этом к длине последнего участка каждого концевого ствола добавляется длина трубопровода на поверхности до узлового ствола.

Пусть $m(1), m(2), \ldots . m(p)$ – номера объединяемых систем:

j_k – номер участка в к-ой исходной системе;

J – номер этого же участка в объединенной системе;

$$y=\begin{cases} y_k+\sum_{i=1}^{k-1} ККИ\,[m(i)], & \text{если } y_k \le ККИ\,[m(k)] \\ y_{kk}+\sum_{j=1}^{p} ККИ\,[m(j)]+\sum_{i=1}^{k-1}\{КОИ\,[m(i)]-ККИ\,[m(i)]\}, & \text{если } y_k > ККИ\,[m(k)], \end{cases}$$

где ККИ/к/ – число концевых участков подземной сети для к-го ствола;

КОИ/к/ – общее число участков для к-го ствола.

Аналогично производится объединение трубопроводов остальных стволов. Процесс объединения продолжается до тех пор, пока не будут перенумерованы трубопроводы всех стволов, питающихся от одной компрессорной станции.

2. Расчет сети сжатого воздуха и выбор оптимальных диаметров трубопроводов.

При расчете сети сжатого воздуха осуществляется подбор диаметров трубопроводов и определяются потери давления по отдельным ветвям при соблюдении следующих условий:

а) условия неразрывности потоков по узлу:

$$\sum РРИ\ (i) = 0;$$

б) условий гидравлической увязки:

$$H_к - \sum_i H_{ij} \ge 0,$$

$$H_к - \sum_t H_{ij} = min,$$

где Нк – давление сжатого воздуха на выходе из компрессорной станции;

H_{ij} – потери давления на i -ом участке, входящем в j -ю ветвь;

в) условия телескопичности:

$$ДИ\ /i,j/ \ge ДИ\ /i-1,j/;$$

г) ограничение скорости движения воздуха:

$$2\ м/сек = V_{min} \le V_j \le V_{max} = 15\ м/сек.$$

Потери давления на участке трубопровода слагаются из потерь давления на трение и на местные сопротивления. Потери давления на трение определяются следующим образом:

$$H_н^2 - H_к^2 = \lambda \frac{16 \rho R \cdot Q^2 T C}{\pi^2 Д^5} \cdot \ell,$$

где λ - коэффициент сопротивления;

ρ - плотность воздуха при нормальных условиях;

R - газовая постоянная воздуха;

T_c - средняя температура воздуха на участке;

ℓ - длина участка трубопровода;

Q - расход воздуха;

$Д$ - диаметр трубопровода.

Коэффициент сопротивления λ зависит в основном от числа Рейнольдса (Re), характеристики трубы и режима движения потока в трубе. Известно, что существуют два ярко выраженных движения потока в трубе: ламинарный и турбулентный. Критерием, определяющим режим течения, является число Рейнольдса:

при ламинарном $Re < 2320$,

при турбулентном $Re > 2320$,

$$R_e = \frac{dv}{\nu} = \frac{dv}{\mu g} \gamma,$$

где v - скорость движения воздуха по трубопроводу;

γ - удельный вес воздуха;

g - ускорение свободного падения;

ν - кинематическая вязкость;

μ - динамическая вязкость.

В работах /1,2/ указано, что движение сжатого воздуха по трубопроводу имеет турбулентный характер. По характеру гидравлического сопротивления турбулентное движение разделяется на три области:

а) область гидравлически гладких труб

$$\lambda_{гл} = \frac{1{,}01}{(\lg Re)^{2{,}5}},$$

б) переходная область

$$\lambda_{пер} = \frac{1{,}42}{(lg\, Re \frac{д}{K_э})^2},$$

где $K_э$ - эквивалентная шероховатость труб,

в) область шероховатых труб

$$\lambda_{шер} = \frac{1}{(1{,}74 + 2lg \frac{д}{K_э})^2}.$$

Границы между областями "а", "б", "в" - для стальных труб согласно /I/ определяются следующим образом:

Нижняя граница $v = 11 \frac{\nu}{K_э}$.

Верхняя граница $v = 445 \frac{\nu}{K_э}$.

Скорость движения воздуха определяется из условия неразрывности потока

$$v = \frac{4Q}{\rho \pi д^2}.$$

Потери давления на местные сопротивления определяются по формуле

$$\Delta H_ш = \xi \frac{v^2}{2g} \gamma,$$

где ξ - коэффициент местных сопротивлений.

На I-м шаге расчета сети сжатого воздуха вычисляются начальные значения диаметров для всех участков трубопроводов по максимальной скорости потока и температуре в начале и конце каждого участка сети.

На 2-м шаге пересчитываются скорости движения сжатого воздуха на каждом участке сети при предварительно подобранных диаметрах трубопроводов.

3-й шаг. При нулевом значении переключателя В рассматривается ветвь, ближайшая к компрессорной станции. Если потери давления по этой ветви не превышают давления, создаваемого компрессорной станцией, и переключатель В=0, то номер пересчитываемой ветви уменьшается на I и упомянутая проверка повторяется вновь.

При соблюдении для всех ветвей неравенства

$$H(L) \leq H_K \quad (L \text{ номер ветви}) \qquad /6/.$$

Полученные в начале расчета диаметры принимаются за расчетные, после чего подсчитываются длины трубопроводов стандартных диаметров.

В случае несоблюдения неравенства /Б/ проверяется условие телескопичности для концевого участка этой ветви, и, если оно имеет место, диаметр концевого участка увеличивается на один калибр. В противном случае условие телескопичности проверяется для сборного участка и далее расчет выполняется по вышеуказанной схеме.

4 маг. Если скорость воздуха, определенная на пересчитываемом участке, больше минимальной, то производится пересчет сопротивлений для данного участка. При этом, если участок является сборным, то "В" полагается равным единице, в противном случае В=0..

Затем пересчитывается потеря давления воздуха на рассматриваемой ветви с вновь полученными диаметрами.

5-й маг. Если при соблюдении неравенства /Б/ "В" $\neq 0$, то на всех участках, номера которых меньше номера пересчитываемого, диаметры определяются вновь при максимальной скорости потока, после чего расчет повторяется с мага 2.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА МОЩНОСТИ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

Задача по определению оптимального набора мощности компрессорной станции /РК/ сводится к расчету оптимального комплекта рабочих компрессоров $N(\mathcal{J}_i)$ стандартных мощностей $R(\mathcal{J}_i)$, выбору резервного компрессора $P_{рез}$, которые необходимо устанавливать в процессе строительства, а также к определению рационального типа компрессорной (передвижная, временная или постоянная).

Пусть некоторое множество

$$\{R_{j1}\} = \{R_1, R_2, \ldots R_p\}_{j1} = 1,2, \ldots p$$

характеризует мощность номенклатурных компрессоров. Множество

$$\{PK_к\} = \{PK_1, PK_2, \ldots PK_{p1}\}_к = 1,2 \ldots P_1$$

характеризует распределение необходимой мощности компрессорной станции в каждый к-й год строительства. Из множества $\{R\}$ необходимо составить объединение его элементов $\Gamma \cup \mathcal{J}_1 N(\mathcal{J}_1)$ таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$P'_p - P K_{p'} = min,$$

$$P_{p'} = \sum_{\mathcal{J}_1 \in \Gamma}^{\alpha} N(\mathcal{J}_1) R(\mathcal{J}_1) < \bar{P},$$

где $\bar{P}$ – некоторая константа, характеризующая ограниченность предельной мощности /в нашем случае $\bar{P}$ =3000 м³/мин/

$\alpha \leq 3$

$N(\mathcal{J}_1) = \{N_0, N_1 \ldots N_i\}$ – некоторый набор чисел, при котором выполняется условие:

$$\sum_{\mathcal{J}_1 \in \Gamma}^{\alpha} N(\mathcal{J}_1) \leq m; \quad (m=6, \; N(0)=0).$$

Выбор объединения $\Gamma U \mathcal{J}_1 \cdot N(\mathcal{J}_1)$ производится при наличии минимальных затрат на строительство и эксплуатацию компрессорной станции. Поэтому при выборе объединения Γ в пределах одного набора $R(\mathcal{J}_1)$ необходимо учитывать возможность в отдельные этапы строительства использовать только часть его элементов, а остальные наращивать по мере необходимости, т.е, должен выполняться еще ряд соотношений:

$$P K_{\kappa} - P = min,$$

где $$P = \sum_{\mathcal{J}_1 \in \Gamma'_{\kappa}} N(\mathcal{J}_1) \cdot R(\mathcal{J}_1),$$

$$\Gamma'_{\kappa} \in \Gamma_{\kappa+1},$$

$$\Gamma'_{\kappa} = U \mathcal{J}_1 \cdot N(\mathcal{J}_1), \quad \Gamma'_{\kappa=p'} = \Gamma.$$

Из объединений Γ и Γ' выберем наибольшее значение их элементов следующим образом:

$$\hat{N}_p = \sup_{\mathcal{J}_1 \in \Gamma} \{N(\mathcal{J}_1)\},$$

тогда гарантированная мощность компрессорной станции с учетом

ее резервирования на Р-й год строительства

$$P_p = \sum_{j1 \in r_p} N(j1) + \hat{N}_p ,$$

а на к-й год строительства

$$P_к = \sum_{j1 \in r'_к} N(j1)\, R(j1) + P_{резк}, \quad \text{причем выбор}$$

$P_{резк}$ осуществляется следующим образом:

$$P_{резк} \begin{cases} \hat{N}_{к1} & N_к \in \{\bar{r}_к\} \\ N_{к+1} & N_к \in \{\bar{r}_к\} \end{cases},$$

где $\bar{r}_к = r_{к+1} - r \wedge r'_к$.

Общее число возможных объединений определяется по формуле:

$$C_p^{\alpha} = \frac{p!}{\alpha!\,(p+\alpha)!}.$$

Однако наличие ограничивающих условий резко сокращает количество необходимых вариантов.

Выбор типа компрессорной станции определяется величиной необходимой мощности и экономической целесообразностью.

При требуемой мощности $Q \leq$ 150 м³/мин допускается установка передвижной, временной или постоянной компрессорной станции. Если $150 < Q < 250$ м³/мин, оборудуется временная или постоянная компрессорная станция. Если $Q \geq 250$ м³/мин, возможно сооружение только постоянной компрессорной станции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дожукин А.В. "Применение сжатого воздуха в горной промышленности" М, Госгортехиздат, 1962

2. Лобаев В.Н. "Расчет воздухопроводов", К.Госстройиздат УССР, 1959

3. Соколовский С.М. "Компрессоры и компрессорные станции", 1968г.

4. Временная инструкция по определению расчетных расходов сжатого воздуха для угольных шахт, г.Донецк ИГМ и ТК, 1967.

5. Программа расчета систем вентиляции, аспирации и пневмотранспорта с трубопроводами круглого или прямоугольного сечения для ЭВМ "Наири", г.Одесса, 1969.

6. Мурзин В.А., Цейтлин Ю.А. Расчет пневматических сетей шахт, Недра, 1971.

7. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР, изд-во Экономика, М,1974.

8. Тарифно-квалификационные характеристики работ и профессий рабочих рудоремонтных заводов и электромеханических мастерских предприятий и организаций угольной промышленности, К.1973 (Приказ № 440 по МУП СССР, 1972 г.)

П Р И Л О Ж Е Н И Е 2

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ БЛАНКОВ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Перед заполнением бланков исходных данных нумеруются стволы и участки сети трубопроводов. Нумерация стволов производится в произвольном порядке. Для нумерации сети вводятся следующие обозначения: I) участок сети , 2) концевой участок.

Участком сети называется участок трубопровода между разветвлениями и потребителями. Концевой участок - участок, заканчивающийся потребителем.

Сначала последовательно нумеруются концевые участки,начиная с наиболее удаленных от стволов. Затем нумеруются все остальные участки сети с соблюдением следующих условий: номер участка входящего трубопровода (считая от потребителя) всегда должен быть меньше номера собирающего участка.

В бланки формы I записывается общая информация к задаче.

Таблица 2 представляет собой матрицу соединения стволов и расположения компрессорных станций.

j - номер стволов (площадок), от которых идут соединения к другим стволам;

i - номер присоединения ствола.

Если на j-м стволе (площадке) устанавливается компрессорная станция, то диагональный элемент с номером i равен I, в противном случае 0.

Если к стволу j присоединяется ствол i , то элемент ji равен I, в противном случае 0.

Таблица 2 заполняется полностью.

В таблицу 3 заносится потребное количество сжатого воздуха в каждый год строительства для каждого ствола в процентах от максимальной потребности.

Таблицы I,4 и 5 дополнительных пояснений не требуют.

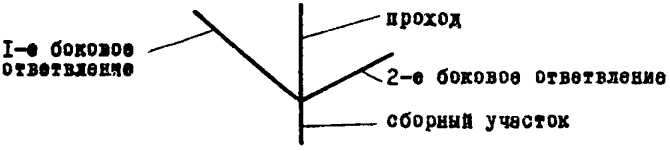
Информация для отсутствующих стволов заполняется нулями.

Форма 2 заполняется для каждого ствола в порядке их нумерации.

В таблицу 6 заносятся расходы на концевых участках (расходы потребителей) в порядке их нумерации.

Таблица 7 заполняется длинами всех участков в соответствии с нумерацией.

Таблица 8 представляет собой массив конфигураций сети трубопроводов. В пояснение к заполнению таблиц 8 см.рис.I.



В случае отсутствия 2-го бокового ответвления в соответствующую графу заносятся нули.

Заполнение производится построчно сверху вниз. Перечеркнутые графы не заполняются.

Последним заполняется наименование ствола (табл.9), которое должно иметь 45 символов, включая пробелы.

Все таблицы заполняются по формату (значности чисел), определенному рисками.

Если значность числа меньше предусмотренной, то недостающее количество дополняется нулями впереди числа.

Например: в табл.7 необходимо занести число 72.

Запись выглядит 00072.

Инструкция по перфорации исходных данных.

Вся исходная информация оформляется двумя массивами.

Первый массив "Исход" включает в себя данные первых восьми таблиц.

Второй массив "Шахта" включает в себя наименование шахты.

Первыми и последними перфокартами массива "Исход" соответственно являются:

НБ ИСХОД 000025..0

КБ ИСХОД 00000000

Первая и последняя перфокарты массива "ШАХТА"

НБ ШАХТА 000025...0

КБ ШАХТА 00000000

Все таблицы перфорируются построчно. Таблицы I и 2 перфорируются на 2-й и 3-й перфокарте массива "Исход" соответственно. Каждая строка таблицы 3 и 4 перфорируется на отдельной перфокарте.

Таблица 5 перфорируется на одной перфокарте и занимает 32 колонки.

Затем перфорируются таблицы формы 2 в порядке нумерации стволов для каждого ствола.

2-я перфокарта массива "Шахта" представляет собой содержимое табл.9 формы I.

Форма 1

Табл. 1

Температура воздуха в шахте град. С°	Скорость движения воздуха в шахте м/сек	Срок ст-ва шахты лет

Табл. 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Табл. 3

Год ст-ва	Номера стволов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Табл. 4

Номер ствола	Координаты		
	X	Y	Глубина ствола
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Табл. 5

Номера стволов	Число концевых участков	Общее число участков
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Табл. 9

| | | | | | | | |

Форма 2. Ствол N

Табл. 6

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Расходы													
	NN участков	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Расходы													
2ПК	NN участков	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Расходы													

Табл. 7

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8
	Длины								
	NN участков	9	10	11	12	13	14	15	16
	Длины								
2ПК	NN участков	17	18	19	20	21	22	23	24
	Длины								
	NN участков	25	26	27	28	29	30	31	32
	Длины								
3ПК	NN участков	33	34	35	36	37	38	39	40
	Длины								
	NN участков	41	42	43	44	45	46	47	48
	Длины								
4ПК	NN участков	49	50						
	Длины								

Табл. 8

	NN ответвлений																					
	2-го канала	1-го канала	Длина	2-го канала	1-го канала	Длина	2-го канала	1-го канала	Длина	2-го канала	1-го канала	Длина	2-го канала	1-го канала	Длина	2-го канала	1-го канала	Длина	2-го канала	1-го канала	Длина	
1ПК																						
2ПК																						

СООБЩЕНИЯ, ВЫДАВАЕМЫЕ НА АЦПУ БЛОКОМ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

I. Количество стволов больше 8.

2. Срок строительства шахты больше I5.

3. Общее число участков на стволе № "I" (I - номер ствола)

4. Общее число участков на стволе №I больше 50.

5. Число концевых участков на стволе №I не меньше общего числа участков.

6. В массиве конфигураций ствола №I пропущен участок с номером № j.

7. Неверно составлен массив соединения стволов, не указаны стволы, на которых установлены компрессорные.

8. Не указан источник питания №j-го ствола.

9. Неверно составлен массив соединения стволов - ствол № I питается от нескольких компрессорных.

I0. Потребность в сжатом воздухе на стволе №I в (к-I) год превышает потребность вк- год.

II. Потребность в сжатом воздухе на стволе №I в последний год не равна I00%.

I2. На стволе № j глубина ствола больше длины последнего участка.

ИНСТРУКЦИЯ ОПЕРАТОРУ ПО РАБОТЕ С ПРОГРАММОЙ "ВОЗДУХ"

Обращение к программе

*СВОЗДООIООМЛО63OIO◊

Указания, выдаваемые на пишущую машинку при работе программы и возможные ответы оператора приведены в табл.

№ пп	Текст указания	Возможный ответ	Какий действиям соответствует
I	*N уууууСВООЗ	*№◊	Если есть очередные варианты расчета продолжить счет
	згр.установить СВВД	ИС - УУУУУ◊	При отсутствии вариантов расчета
2	Проверь исходные данные и продолжи расчет	ИС-УУУУУ◊	Если нет возможности исправить ошибки, выданные АЦПУ
		*N◊	Если ошибка исправлена
3	АВОСТ - *****	ИС- УУУУУ	

П Р И Л О Ж Е Н И Е 3

Пример

расчета технологической схемы обеспечения сжатым воздухом при строительстве шахты "Суходольская-Восточная"

Исходные условия: Ш. Суходольская-Восточная имеет четыре площадки строительства (рис.I). На площадке № I расположены главные стволы блока № 2, на площадке № 2 - вентиляционный ствол блока №2, на площадке № 3 - воздухоподающий ствол блока № 3 и на площадке № 4 - вентиляционный ствол блока №3.

Расстояние между площадками (стволами) показано на рис.I.Координатные оси выбраны произвольно.

Максимальная потребность в сжатом воздухе определена по календарному плану производства горнопроходческих работ и относится к последнему году строительства шахты.

Нормативный срок строительства шахты был установлен 96 месяцев (8 лет). С учетом фактической продолжительности строительства современных шахт нами срок строительства принят IO лет. Топология надземной и подземной сети сжатого воздуха с указанием расхода воздуха на концевых участках, длин участков прокладки трубопровода приведена на рис.2 и 3. Температура воздуха в шахте принята 26^0.

Потребность сжатого воздуха по строительным площадкам по годам строительства установлена на основании календарного графика прохождения горных выработок.

В данном примере рассмотрены пять вариантов технологических схем обеспечения шахты сжатым воздухом с расположением компрессорных станций на следующих стройплощадках:

I вариант - компрессорные станции расположены на I-й и 4-й площадках; 2-я и 3-я площадки обеспечиваются сжатым воздухом от компрессорной станции, расположенной на I-й площадке.

2 вариант - компрессорная станция расположена на I-й площадке, и одна эта станция обеспечивает сжатым воздухом все площадки, в том числе 4-ю через 2-ю площадку.

3-й вариант - такой же, что и 2-й вариант, только 4-я площадка питается через 3-ю площадку.

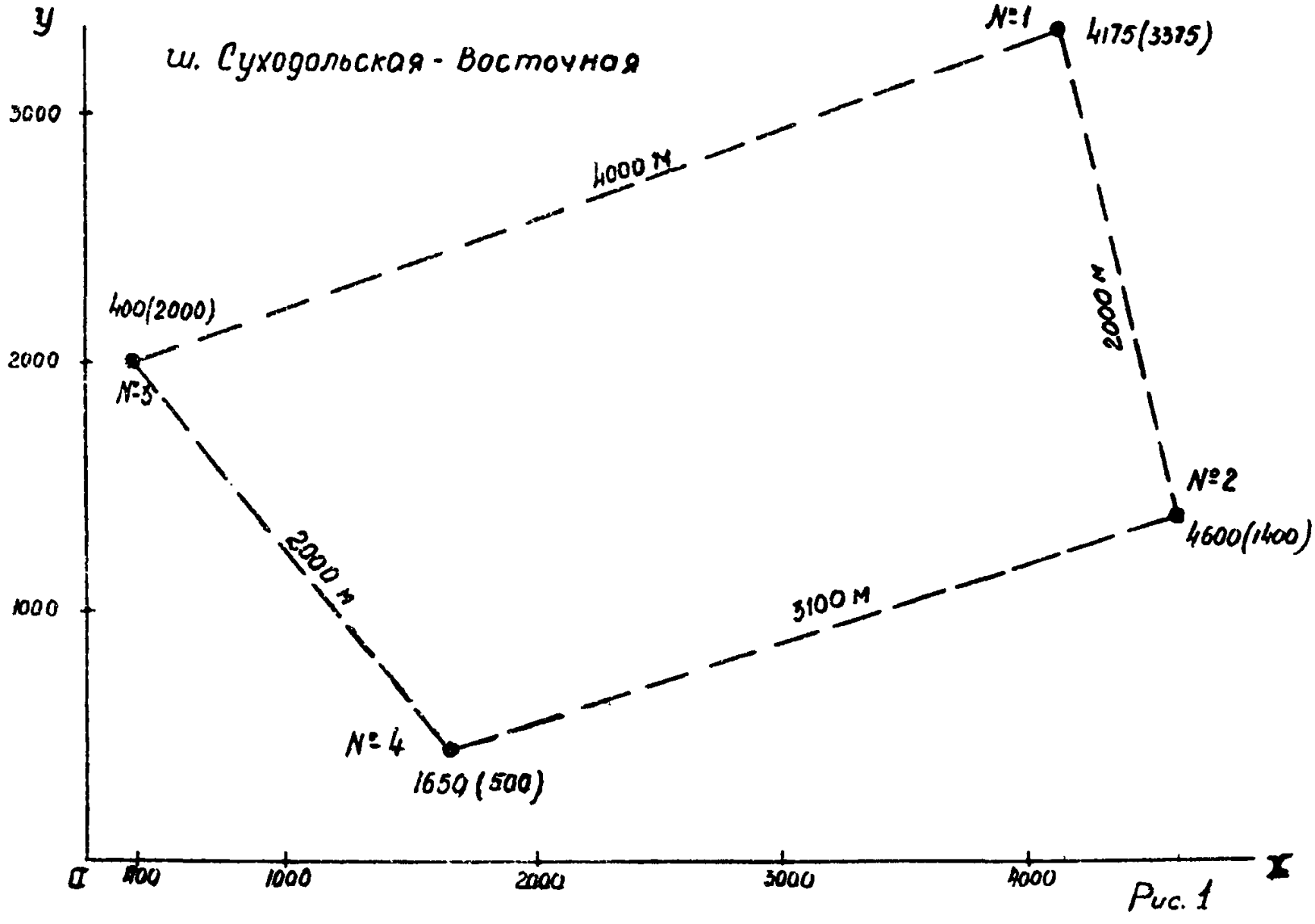

у
ш. Суходольская - Восточная
№1
4175(3375)
3000
4000 м
2000 м
400(2000)
2000
№3
№2
4600(1400)
2000 м
3100 м
1000
№4
1650 (500)
0
400
1000
2000
3000
4000
х

Рис. 1

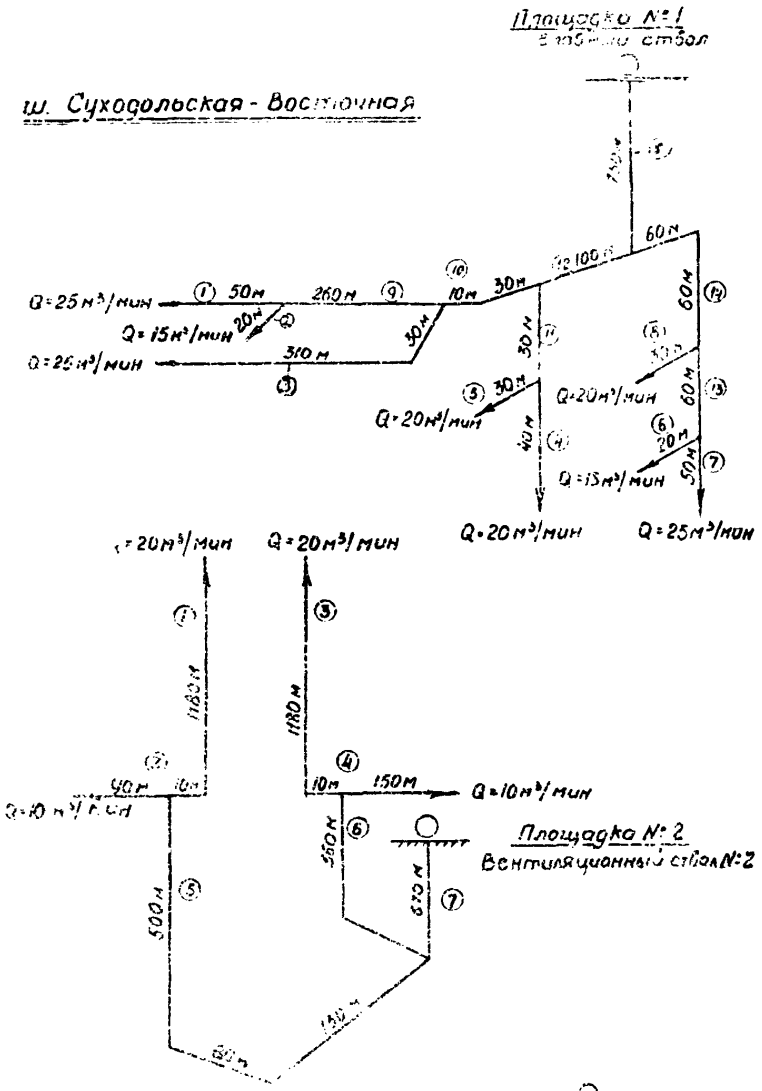
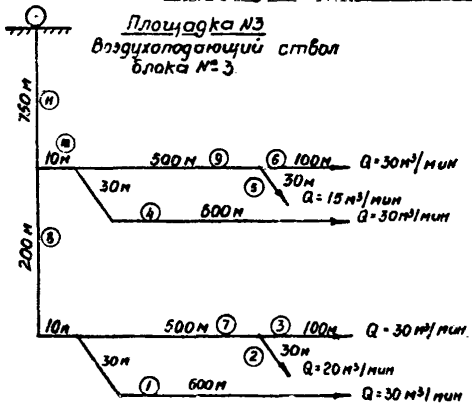

Площадка № 1
ш. Суходольская - Восточная
Q=25м³/мин
Q=15м³/мин
Q=25м³/мин
Q=20м³/мин
Q=20м³/мин
Q=20м³/мин
Q=15м³/мин
Q=20м³/мин
Q=25м³/мин
Q=10м³/мин
Площадка № 2
Вентиляционный ствол №2

Рис 2

ш. Суходольская - Восточная



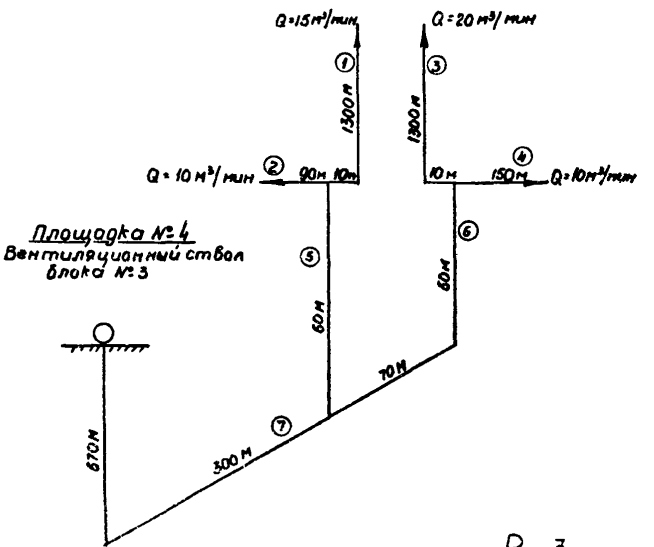


Рис. 3

4 вариант - компрессорные станции расположены на каждой стройплощадке и каждая площадка обеспечивается сжатым воздухом от своей обособленной станции.

5 вариант - компрессорные станции расположены на 2-й и 3-й площадках; I-я площадка питается от 2-й, 4-я площадка питается от 3-й.

Исходные данные по каждому из указанных вариантов заносятся в приведенные выше таблицы I, 2, 3, 4, 5, 9 листа I.

Перед заполнением таблиц 7,8,9 листа - 2,как это указано в инструкции, нумеруются стволы и участки трубопроводов для каждой строительной площадки (рис.2 и 3).

Для примера нами представлены бланки с исходными данными только по третьему варианту расположения компрессорной станции.

После этого производится расчет вариантов на ЭВМ "Минск-32". Пример полных результатов расчета представлен только по 3-му варианту. По остальным вариантам результаты расчета даются аналогично.

Из всех рассмотренных и просчитанных на ЭВМ вариантов оптимальным оказался 3-й вариант, когда на строящейся шахте оборудуется одна компрессорная станция, питающая сжатым воздухом все стройплощадки, причем 4-я площадка питается через 3-ю площадку. При этом варианте приведенные к концу строительства суммарные капитальные и эксплуатационные затраты, отнесенные к I м^3 расходуемого сжатого воздуха, имеют минимальное значение.

При этом на печать машиной выдается: оптимальные диаметры трубопроводов и длина их по участкам и общая;

- потребная производительность компрессорной станции в каждый год строительства;
- оптимальный набор компрессоров в каждый год строительства;
- стоимость компрессорного оборудования;
- стоимость строительно-монтажных работ;
- затраты по эксплуатации компрессорных станций и сети сжатого воздуха в течение всего периода строительства;
- приведенные к последнему году строительства суммарные капитальные и эксплуатационные затраты;
- затраты,отнесенные к I м^3 расходуемого сжатого воздуха.

Форма 1

Табл. 1

Температура воздуха в шахте спод. Со	Тип вентилятора	Сопротивление шахты кгс/м²	Срок существования шахты год
0,2,6		4	1,0

Табл. 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0

Табл. 3

Номера ствола	Номера стволов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,0,0	0,1,0	0,0,0	0,0,0				
2	0,7,0	0,6,0	0,6,0	0,7,0				
3	0,7,0	0,6,0	0,6,0	0,7,0				
4	0,7,0	0,7,0	0,6,0	0,8,0				
5	0,7,0	0,7,0	0,7,0	0,9,0				
6	0,8,0	0,8,0	0,8,0	1,0,0				
7	0,8,0	0,9,0	0,9,0	1,0,0				
8	0,9,0	1,0,0	1,0,0	1,0,0				
9	1,0,0	1,0,0	1,0,0	1,0,0				
10	1,0,0	1,0,0	1,0,0	1,0,0				
11								
12								
13								
14								
15								

Табл. 4

Номера стволов	Координаты		
	X	Y	Высота ствола
1	0,0,4,1,7,5	0,0,3,3,7,5	0,0,0,7,5,0
2	0,0,4,6,4,0	0,0,1,4,0,0	0,0,0,6,7,0
3	0,0,0,4,0,0	0,0,2,0,0,0	0,0,0,7,5,0
4	0,0,1,6,5,0	0,0,0,5,0,0	0,0,0,6,7,0
5			
6			
7			
8			

Табл. 5

Номера стволов	Диаметр ствола в свету	Диаметр ствола
1	0,8	1,5
2	0,4	0,4
3	0,4	0,4
4	0,0	0,0
5	0,0	0,0
6	0,0	0,0
7	0,0	0,0
8	0,0	0,0

Табл. 9

шахта Суходольская Восточная

Форма 2.

Ствол N 1

Табл. 6

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Расходы	0,25	0,15	0,25	0,20	0,20	0,15	0,25	0,20					
	NN участков	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Расходы													
2ПК	NN участков	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Расходы													

Табл. 7

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8
	длины	0,0050	0,0020	0,0340	0,0040	0,0030	0,0020	0,0050	0,0030
	NN участков	9	10	11	12	13	14	15	16
	длины	0,0260	0,0040	0,0030	0,0100	0,0060	0,0120	0,0750	
2ПК	NN участков	17	18	19	20	21	22	23	24
	длины								
	NN участков	25	26	27	28	29	30	31	32
	длины								
3ПК	NN участков	33	34	35	36	37	38	39	40
	длины								
	NN участков	41	42	43	44	45	46	47	48
	длины								
4ПК	NN участков	49	50						
	длины								

Табл. 8

	NN ответвлений																				
	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода
1ПК	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	0,9	0,0	0,5	0,4	0,0	1,1	1,0	0,0	0,6	0,7	0,0	0,8	1,3	0,0	1,4	1,2
2ПК																					

Форма 2.

Ствол № 2

Табл. 6

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Расходы	0,2,0	0,1,0	0,2,0	0,1,0									
	NN участков	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Расходы													
2ПК	NN участков	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Расходы													

Табл. 7

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8
	длины	0,1,1,9,0	0,0,0,3,0	0,1,1,9,0	0,0,0,4,0	0,0,7,1,0	0,0,5,6,0	0,0,6,7,0	
	NN участков	9	10	11	12	13	14	15	16
	длины								
2ПК	NN участков	17	18	19	20	21	22	23	24
	длины								
	NN участков	25	26	27	28	29	30	31	32
	длины								
3ПК	NN участков	33	34	35	36	37	38	39	40
	длины								
	NN участков	41	42	43	44	45	46	47	48
	длины								
4ПК	NN участков	49	50						
	длины								

Табл. 8

	NN ответвлений																				
	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода	2-го бокового	1-го бокового	Прохода
1ПК	0,0	0,2	0,1	0,0	0,4	0,3	0,0	0,5	0,6												
2ПК																					

Форма 2. Ствол N 3

Табл. 6

	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1ПК	Расходы	0,3,0	0,2,0	0,3,0	0,3,0	0,1,5	0,3,0							
	NN участков	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Расходы													
2ПК	NN участков	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Расходы													

Табл. 7

	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8
1ПК	длины	0,0,6,5,0	0,0,0,3,0	0,0,1,0,0	0,0,6,3,0	0,0,0,3,0	0,0,1,0,0	0,0,5,0,0	0,0,2,1,0
	NN участков	9	10	11	12	13	14	15	16
	длины	0,0,5,0,0	0,0,0,1,0	0,0,7,5,0					
2ПК	NN участков	17	18	19	20	21	22	23	24
	длины								
	NN участков	25	26	27	28	29	30	31	32
	длины								
3ПК	NN участков	33	34	35	36	37	38	39	40
	длины								
	NN участков	41	42	43	44	45	46	47	48
	длины								
4ПК	NN участков	49	50						
	длины								

Табл. 8

	NN ответвлений																						
	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон	2-го диам.	1-го диам.	уклон
1ПК	0,0	0,2	0,3	0,0	0,1	0,7	0,0	0,5	0,6	0,0	0,4	0,4	0,0	1,0	0,8									
2ПК																								

Форма 2. Ствол № 4

Табл. 6

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Расходы	0,1,5	0,1,0	0,2,0	0,1,0									
	NN участков	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Расходы													
2ПК	NN участков	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Расходы													

Табл. 7

1ПК	NN участков	1	2	3	4	5	6	7	8
	длины	0,1,3,1,0	0,0,0,9,0	0,1,3,1,0	0,0,1,5,0	0,0,0,6,0	0,0,1,3,0	0,0,9,7,0	
	NN участков	9	10	11	12	13	14	15	16
	длины								
2ПК	NN участков	17	18	19	20	21	22	23	24
	длины								
	NN участков	25	26	27	28	29	30	31	32
	длины								
3ПК	NN участков	33	34	35	36	37	38	39	40
	длины								
	NN участков	41	42	43	44	45	46	47	48
	длины								
4ПК	NN участков	49	50						
	длины								

Табл. 8

	NN ответвлений																				
	2-го боковое	1-го боковое	Прохода	2-го боковое	1-го боковое	Прохода	2-го боковое	1-го боковое	Прохода	2-го боковое	1-го боковое	Прохода	2-го боковое	1-го боковое	Прохода	2-го боковое	1-го боковое	Прохода	2-го боковое	1-го боковое	Прохода
1ПК	0,0	0,2	0,1	0,0	0,4	0,3	0,0	0,5	0,6												
2ПК																					

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
СОЮЗШАХТОПРОЕКТ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ ЮЖГИПРОШАХТ

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
СОЮЗШАХТОСТРОЙ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ВНИИОМС

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СНАБЖЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ШАХТЫ СУХОДОЛЬСКАЯ ВОСТОЧНАЯ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА

Г. ХАРЬКОВ

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е

НАИМЕНОВАНИЕ	ЕД.ИЗМ.	КОЛ.ЕД.ИЗМ.
ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В ШАХТЕ	ГРАД.С	26.
КОЛИЧЕСТВО СТВОЛОВ ШАХТЫ	ЕД.	4
СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА ШАХТЫ	ГОД	10
НОМИНАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ	АТМ	5.0

КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ РАСПОЛОЖЕНЫ НА ПЛОЩАДКАХ 1

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ СТВОЛОВ: 1-2 1-3 3-4

ПОТРЕБНОСТЬ В СЖАТОМ ВОЗДУХЕ НА СТВОЛАХ В ПРОЦЕНТАХ ОТ МАКСИМАЛЬНОЙ

НОМЕР СТВОЛА	ГОД СТРОИТЕЛЬСТВА														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	70	70	70	70	80	80	90	100	100					
2	0	60	60	70	70	80	90	100	100	100					
3	0	60	60	60	70	80	90	100	100	100					
4	0	70	70	80	90	100	100	100	100	100					

КООРДИНАТЫ СТВОЛОВ

	НОМЕР СТВОЛА							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X	4175.	4600.	400.	1650.				
Y	3375.	1400.	2000.	500.				
ГЛУБИНА СТВОЛА	750.	670.	750.	670.				

РАСХОДЫ НА КОНЦЕВЫХ УЧАСТКАХ В М.КУБ/МИН

НОМЕР УЧАСТКА	НОМЕР СТВОЛА 1	2	3	4	5	6	7	8
1	25.	20.	30.	15.				
2	15.	10.	20.	10.				
3	25.	20.	30.	20.				
4	20.	10.	30.	10.				
5	20.		15.					
6	15.		30.					
7	25.							
8	20.							

ДЛИНЫ УЧАСТКОВ В МЕТРАХ

НОМЕР УЧАСТКА	НОМЕР СТВОЛА 1	2	3	4	5	6	7	8
1	50.	1190.	630.	1310.				
2	20.	90.	30.	90.				
3	340.	1190.	100.	1310.				
4	40.	150.	630.	150.				
5	30.	710.	30.	60.				
6	20.	560.	100.	130.				
7	50.	670.	500.	970.				
8	30.		210.					
9	260.		500.					
10	40.		30.					
11	30.		750.					
12	100.							

НОМЕР УЧАСТКА	НОМЕР СТВОЛА 1	2	3	4	5	6	7	8
13	60.							
14	120.							
15	750.							

МАССИВЫ КОНФИГУРАЦИЯ НА КАЖДОМ СТВОЛЕ

НОМЕР СТВОЛА 1			2			3			4			5			6			7			8		
N 2-ГО БОК. ОТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-ХО-ДА	N 2-ГО БОК. СТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-ХО-ДА	N 2-ГО БОК. СТВ.	N 1-ГО БОК. СТВ.	N ПРО-ХО-ДА	N 2-ГО БОК. ОТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-ХО-ДА	N 2-ГО БОК. ОТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-УО-ДА	N 2-ГО БОК. ОТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-ХО-ДА	N 2-ГО БОК. ОТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-ХО-ДА	N 2-ГО БОК. ОТВ.	N 1-ГО БОК. ОТВ.	N ПРО-УО-ДА
0	2	1	0	2	1	0	2	5	0	2	1												
0	3	9	0	4	3	0	1	7	0	4	3												
0	5	4	0	6	5	0	5	6	0	5	6												
0	11	10				0	4	9															
0	6	7				0	18	8															
0	8	13																					
0	14	12																					

Р Е З У Л Ь Т А Т Ы Р А С Ч Е Т А

ДЛИНЫ ТРУБОПРОВОДОВ СТАНДАРТНЫХ ДИАМЕТРОВ СЕТИ,

ПИТАЮЩЕЙСЯ ОТ КОМПРЕССОРНОЙ, УСТАНОВЛЕННОЙ НА 1 СТВОРЕ

Д=0.075 L= 370.0	Д=0.100 L= 720.0	Д=0.125 L= 350.0
Д=0.150 L= 5310.0	Д=0.175 L= 2700.0	Д=0.200 L= 3900.2
Д=0.225 L= 210.0	Д=0.250 L= 4422.6	Д=0.275 L= 0.0
Д=0.300 L= 1.0	Д=0.325 L= 4018.6	Д=0.350 L= 0.0
Д=0.375 L= 0.0	Д=0.400 L= 1.0	Д=0.425 L= 0.0
Д=0.450 L= 0.0	Д=0.500 L= 0.0	Д=0.550 L= 0.0
Д=0.600 L= 0.0	Д=0.700 L= 0.0	Д=0.800 L= 0.0
Д=0.900 L= 0.0	Д=1.000 L= 0.0	

ДИАМЕТРЫ ТРУБОПРОВОДА НА УЧАСТКАХ

1 СТВОЛ

Д(1)=0.100	Д(2)=0.075	Д(3)=0.100	Д(4)=0.100	Д(5)=0.100	Д(6)=0.075	Д(7)=0.100	Д(8)=0.100
Д(9)=0.125	Д(10)=0.150	Д(11)=0.125	Д(12)=0.200	Д(13)=0.125	Д(14)=0.150	Д(15)=0.250	

2 СТВОЛ

Д(1)=0.150	Д(2)=0.075	Д(3)=0.150	Д(4)=0.075	Д(5)=0.150	Д(6)=0.150	Д(7)=0.200

3 СТВОЛ

Д(1)=0.175	Д(2)=0.150	Д(3)=0.200	Д(4)=0.175	Д(5)=0.100	Д(6)=0.150	Д(7)=0.200	Д(8)=0.225
Д(9)=0.200	Д(10)=0.200	Д(11)=0.250					

4 СТВОЛ

Д(1)=0.150	Д(2)=0.075	Д(3)=0.175	Д(4)=0.100	Д(5)=0.150	Д(6)=0.175	Д(7)=0.250

ДИАМЕТРЫ ТРУБОПРОВОДА НА ПОВЕРХНОСТИ

Д(1)=0.000	Д(2)=0.200	Д(3)=0.325	Д(4)=0.250

НА 1 ПЛОЩАДКЕ УСТАНОВИТЬ ПОСТОЯННУЮ КОМПРЕССОРНУЮ СТАНЦИЮ

Состав компрессорной станции

ГОД	ПРОИЗВОДИТ. КОМПРЕССОРА (М.КУБ/МИН)	КОЛИЧ. (ШТ.)	ПРОИЗВОДИТ. КОМПРЕССОРА (М.КУБ/МИН)	КОЛИЧ. (ШТ.)	ПРОИЗВОДИТ. КОМПРЕССОРА (М.КУБ/МИН)	КОЛИЧ. (ШТ.)	ПРОИЗВОДИТ. РЕЗЕРВНОГО КОМПРЕССОРА	ПРОИЗВОДИТ. КОМПРЕССОРН. СТАНЦИИ	ТРЕБУЕМАЯ ПРОИЗВОДИТ. КОМП.СТАНЦ.
1	0.	0	0.	0	0.	0	0.	0.	0.
2	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	340.
3	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	340.
4	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	359.
5	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	379.
6	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	427.
7	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	451.
8	500.	1	20.	0	0.	0	500.	500.	492.
9	500.	1	20.	1	0.	0	500.	520.	508.
10	500.	1	20.	1	0.	0	500.	520.	508.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ЗАТРАТ ПО ГОДАМ

СТРОИТЕЛЬСТВА (В ТЫС.РУБ.)

ГОД СТРОИТЕЛЬСТВА	ВИДЫ ЗАТРАТ					
	СТРОИТЕЛЬНО МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ	ПРИОБРЕТЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ		РЕНОВАЦИЯ	ИТОГО
			ВСЕГО	В ТОМ ЧИСЛЕ ЗАРПЛАТА		
1	2	3	4	5	6	7
1	22.833	241.209	0.000	0.000	0.000	463.033
2	0.000	0.000	525.798	6.500	19.969	525.798
3	35.091	0.000	532.531	6.500	26.978	565.622
4	0.000	0.000	532.531	6.500	26.978	532.531
5	68.048	0.000	555.284	6.500	56.852	635.332
6	0.000	0.000	555.284	6.500	56.852	555.284
7	0.000	0.000	555.284	6.500	56.852	555.284
8	3.400	14.600	555.284	6.500	56.852	573.284
9	0.000	0.000	583.268	10.850	58.230	583.268
10	28.554	0.000	583.268	10.850	58.239	603.822
ВСЕГО	359.126	255.808	4978.532	67.200	417.814	5593.456

ОБ'ЕМ СЖАТОГО ВОЗДУХА, ПРОИЗВЕДЕННОГО ЗА ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА 1000252000.М.КУБ.

ОБ'ЕМ СЖАТОГО ВОЗДУХА, ПОТРЕБЛЯЕМОГО ЗА ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА 836911322В.М.КУБ.

СУММАРНЫЕ ЗАТРАТЫ, ПРИВЕДЕННЫЕ НА КОНЕЦ СТРОИТЕЛЬСТВА 8393.769ТЫС.РУБ.

СТОИМОСТЬ 1 М.КУБ. ПРОИЗВЕДЕННОГО СЖАТОГО ВОЗДУХА, ПРИВЕДЕННАЯ НА КОНЕЦ СТРОИТЕЛЬСТВА 0.84КОП.

СТОИМОСТЬ 1 М.КУБ. ИСПОЛЬЗУЕМОГО СЖАТОГО ВОЗДУХА, ПРИВЕДЕННАЯ НА КОНЕЦ СТРОИТЕЛЬСТВА 1.00КОП.

СТОИМОСТЬ 1 М.КУБ. ПРОИЗВЕДЕННОГО СЖАТОГО ВОЗДУХА В ПРЯМЫХ ЗАТРАТАХ 0.56КОП.

СТОИМОСТЬ 1 М.КУБ. ИСПОЛЬЗУЕМОГО СЖАТОГО ВОЗДУХА В ПРЯМЫХ ЗАТРАТАХ 0.67КОП.

gost.e-ecolog.ru