

Тачо Н. ИЛИЕВ
 Божидар Г. ДИНКОВ
 Стефан П. БЕЛКОВ

Высший Лесотехнический институт
 София, НРБ

АЛГОРИТМ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТНЫХ
 УСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Резюме. В работе рассмотрены проблемы, связанные с вводом исходных данных, алгоритмизацией и решением задачи проектирования пневмотранспортных установок. В качестве примера использовано задание для проектирования установки действующего цеха, отличающегося разнообразием конструктивных элементов. Это позволяет показать полностью возможности программы. Программирование сделано на языке "Фортран", а решение проведено на ЦЕИМ "Минск 22". Важными преимуществами проектирования по этому способу является возможность быстрого создания и решения множества вариантов, выбор оптимального варианта и повышение точности.

Исходными данными для проектирования установок низкого давления ($P_{ст} = 100 \pm 3000 \text{ Pa}$) являются необходимое количество воздуха - Q , ($\text{м}^3/\text{в}$) - транспортирующая скорость - v , ($\text{м}/\text{с}$); расположение оборудования и способ его присоединения к системе пневмотранспорта. Методика получения этих данных детально рассмотрена в работах Т. Илиева [1, 3] и С.Н. Святкова [2]. Для ввода этой информации в ЦЕИМ необходимо определить границы изменения Q и v , а также записать величины коэффициента местных сопротивлений ξ и длину прямолинейных участков l для каждого участка установки. На рис. 1 представлена развернутая схема на которой изображен способ связывания 10 станков с установкой всасывающе-нагнетательного типа. Число прямников - 15. Развернутая схема удобна тем, что от нее можно получить сведения о величине коэффициента местных потерь и длины прямолинейных участков каждого ответвления и части магистрали. Однако для сравнения полученных результатов и корректировки программы в случае проектирования на ЭЦВМ эта схема не очень удобна. Нами предложена так называемая эквивалентная схема, где для удобства пользования все участки обозначены как сопротивления соответствующей нумерацией арабскими цифрами, а точки слияния потоков - буквами. Эквивалентная схема рассматриваемой установки представлена на фиг. 2.

На основе зависимости:

$$Q = \frac{G_M}{\mu_p \cdot \rho_b} \quad (1)$$

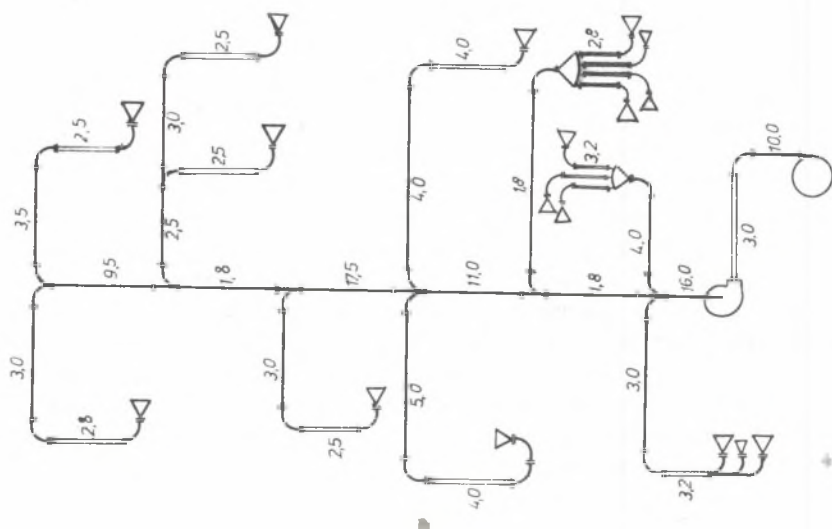


Рис. 1. Расчетная разветвленная схема.

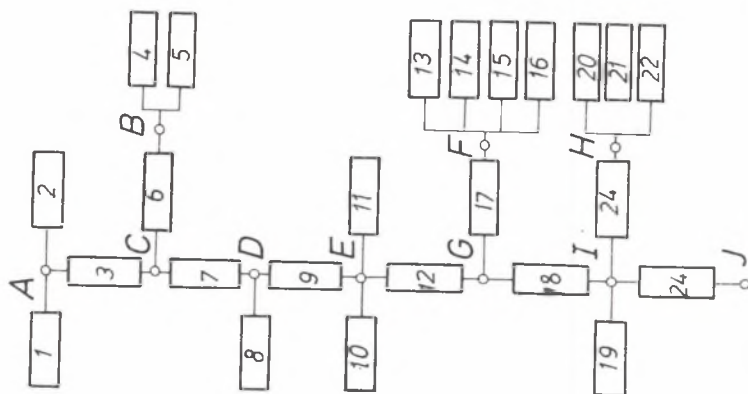


Рис. 2. Расчетная эквивалентная схема.

где
 G_M - количество удаляемых отходов, (kg/s);
 μ_p - расходная весовая концентрация;
 ρ_b - плотность воздуха, kg/m^3 ;

определены количества необходимого воздуха для всех ответвлений.

Транспортирующая скорость определена по зависимости

$$v = c(4\mu_g + 0,01\rho_g + b) \quad (2)$$

где
 c - коэффициент влияния местных сопротивлений;
 μ_g - действительная весовая концентрация;
 ρ_g - плотность древесины, kg/m^3 ;
 b - транспортирующая скорость одинарных частиц

Результаты вычисления Q и v как и данные для $\int_{M,C}$ и l представлены на таблице 1.

Алгоритм задачи составлен на основе метода динамических давлений. Он является более удобным потому, что все зависимости находятся в форме уравнений. При этом для каждой зависимости можно пользоваться той формулой, которая наиболее полно отображает сущность протекающего процесса (это относится в частности для λ , d , ΔP). Решение формулы можно задать с любой точностью.

Известно, что в процессе вычисления проектировщик осуществляет постепенное приближение путем многократного вычисления величин потери давления с целью достигнуть их равенства в параллельно сливающихся потоках. При этом он всегда имеет в виду, что в последовательно связанных участках потери давления в конце второго участка являются суммой потерь давления отдельных участков. На основе этих рассуждений созданы алгоритмы главной программы вычисления в последовательности, соответствующей эквивалентной схеме, и подпрограмма для вычисления параллельных участков.

На рис. 3 представлена схема алгоритма главной программы.

Видно, что в схеме нет других логических ограничений, кроме последовательности вычисления, характера участка и точности сравнения. Здесь важно отметить, что в сложных схемах один и тот же участок можно рассматривать и как последовательный и как параллельный. В связи с этим и возникла необходимость составления самостоятельной подпрограммы, которую можно "вызывать" при встрече с каждым параллельным участком. В этой подпрограмме заложено нарачивание параметров любого из ответвлений.

Схема алгоритма подпрограммы показана на рис. 4.

Задание входных параметров и вычисление потерь давления в ответвлениях производится аналогичным способом как и в последовательных участках. Здесь важно отметить, что если в результате сравнения окажется необходимым делать нарачивание потерь давления, например, для ответвления используются ресурсы как увеличения скорости v_1 , так и уменьшения дебита Q_1 или равноценные ему уменьшения Q_j . По достижении верхней границы массива v и Q печатается

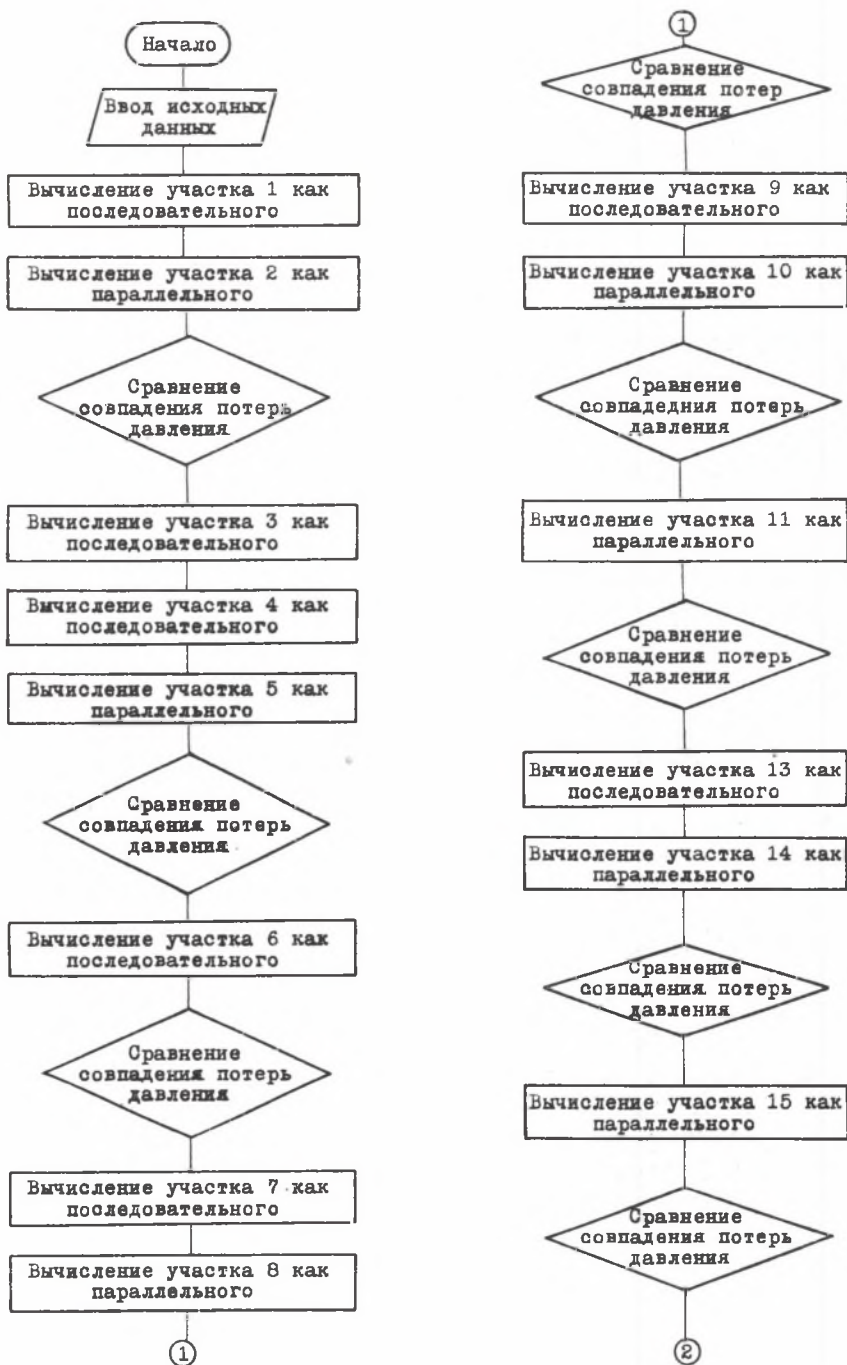


Рис. 3

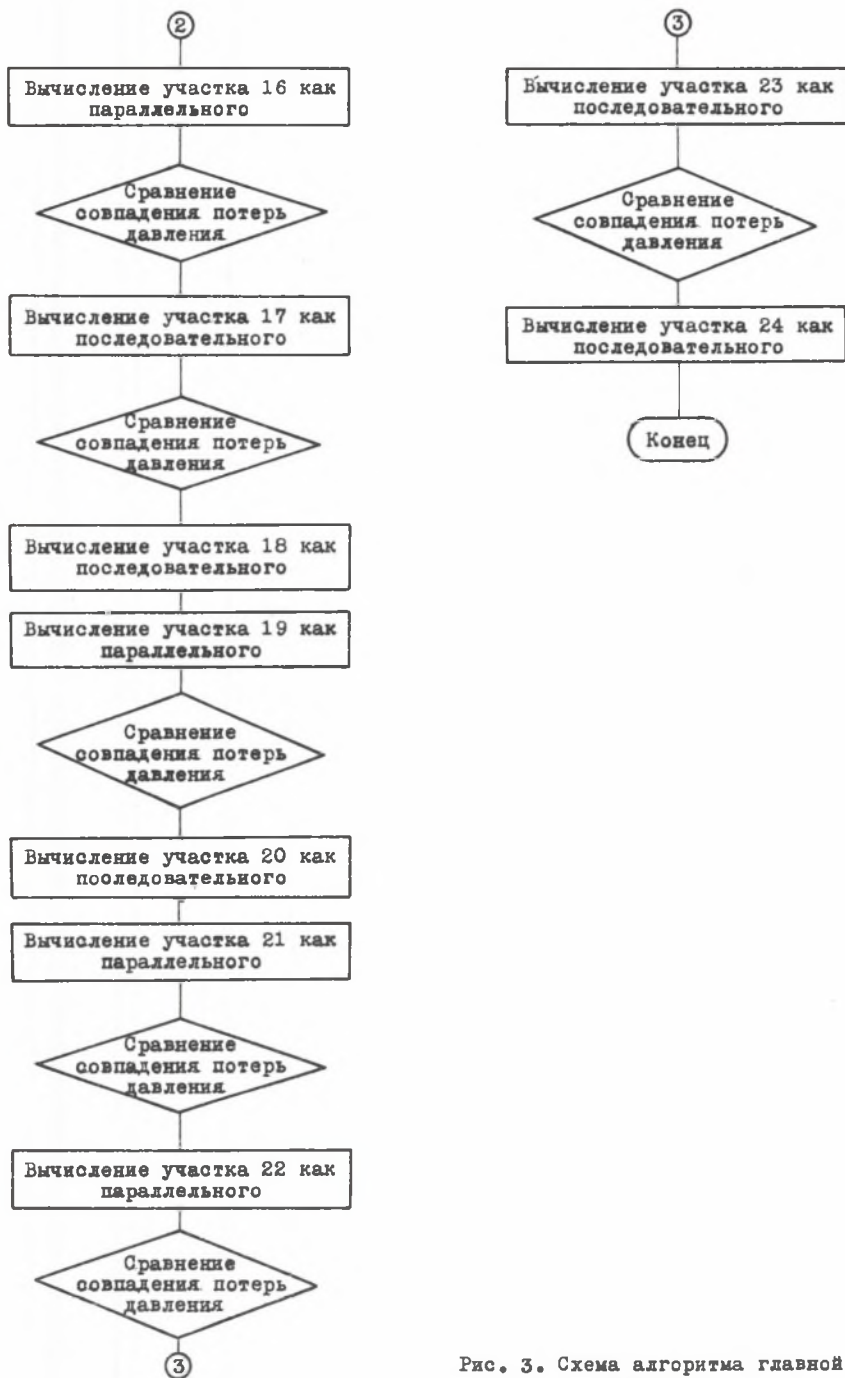


Рис. 3. Схема алгоритма главной программы

Таблица 1

Исходные данные

№ участка по экв. схеме	Расход воздуха, м ³ /с		Транспортирующая скорость м/с		Длина прямолинейных участков м	Сумма коэффициентов местных потерь
	мин.	макс.	мин.	макс.		
1	0,25	0,28	16	28	5,8	1,45
2	0,30	0,33	17	25	6,0	1,45
3	x	x	x	x	9,5	0,00
4	0,22	0,30	15	30	5,5	1,30
5	0,22	0,30	15	30	2,5	1,30
6	x	x	x	x	2,5	0,15
7	x	x	x	x	1,5	0,00
8	0,31	0,45	16	25	5,5	1,45
9	x	x	x	x	17,5	0,00
10	0,30	0,38	17	30	10,5	1,60
11	0,30	0,38	17	30	10,8	1,60
12	x	x	x	x	11,0	0,00
13	0,24	0,29	17	30	3,4	1,15
14	0,24	0,29	17	30	3,4	1,15
15	0,28	0,35	17	30	3,2	1,15
16	0,28	0,35	17	30	3,2	1,15
17	x	x	x	x	2,5	0,30
18	x	x	x	x	1,5	0,00
19	0,70	0,80	17	30	6,2	1,45
20	0,25	0,30	17	30	3,2	1,15
21	0,20	0,28	17	30	3,2	1,15
22	0,25	0,30	17	30	3,2	1,15
23	x	x	xx	x	4,0	0,30
24	x	x	x	x	29,0	0,30

Знак x обозначает, что величина параметров является результатом предыдущих вычислений.

ошибка текстом "равенство не достигнуто", что вызывает вмешательство проектианта либо для изменения границ массивов, либо для изменения структуры главной программы, что предусматривает изменение расчетной схемы.

С использованием основной программы, составленной на основе эквивалентной схемы, показанной на рис. 2 и подпрограммы для параллельных участков проведено решение с использованием ЦЕИМ "Минск 22". Программы написаны на языке "фортран".

Результаты решения были распечатаны как величины параметров: потери давления - ΔP , Pa; транспортирующая скорость - v , м/с; количество воздуха - Q , м³/с; диаметр трубопроводов для участка - d , м.

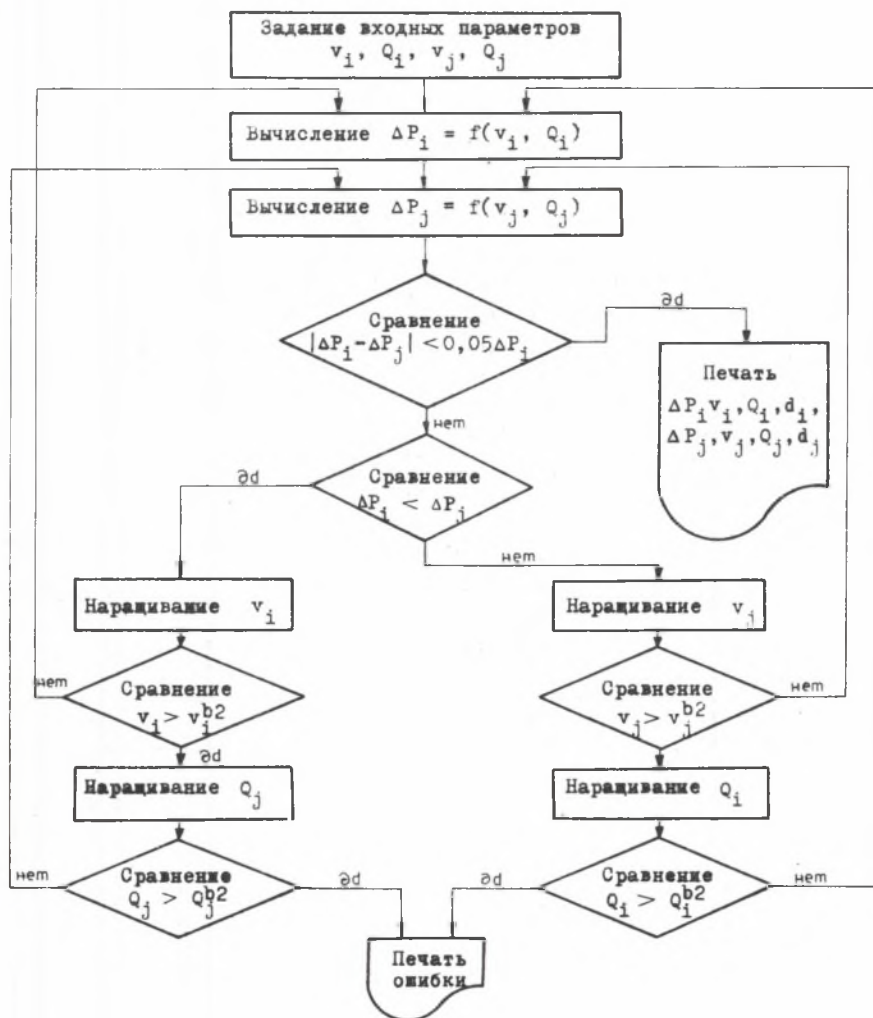


Рис. 4. Схема алгоритма программы для вычисления параллельных участков

Извлечение из распечатки представлено на таблице 2.

Продолжительность решения вместе с распечаткой 2 минуты.

Выводы

1. С использованием данного алгоритма можно проводить вычисления пневмотранспортных установок с любым сочетанием последовательных, параллельных и смешанных участков.

2. С использованием ЭЦВМ можно задать любые зависимости, которые более точно отражают сущность протекающих процессов, а вычисление величин можно задать с любой точностью.

3. Быстрота решения и несложность алгоритма позволяют создать большое количество вариантов и выбрать оптимальный.

Таблица 2

Результаты вычисления

№	ΔP	v	Q	d	№	ΔP	v	Q	d
1	370,97	16,40	0,25	0,14	15	528,62	22,80	0,28	0,13
2	389,08	17,00	0,30	0,15	16	526,62	22,80	0,28	0,13
3	503,16	16,40	0,55	0,21	17	695,00	22,60	1,04	0,24
4	413,48	17,60	0,22	0,13	18	737,88	16,40	2,94	0,48
5	395,26	19,10	0,22	0,12	19	703,51	24,00	0,70	0,19
6	489,96	17,60	0,44	0,18	20	511,37	22,00	0,25	0,12
7	517,53	16,40	0,99	0,28	21	530,17	22,00	0,20	0,11
8	491,81	19,20	0,31	0,14	22	501,12	22,00	0,25	0,12
9	659,39	16,40	1,30	0,32	23	702,14	22,00	0,70	0,20
10	638,88	18,60	0,30	0,14	24	902,31	16,40	4,34	0,58
11	639,98	18,80	0,30	0,14					
12	730,38	16,40	1,90	0,38					
13	599,13	22,60	0,24	0,12					
14	549,13	22,60	0,24	0,12					

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Илиев Т.Н., Внутреннезаводски транспорт, София, Земиздат 1978.
 [2] Святков С.Н., Пневматический транспорт измельченной древесины, Москва, Лесная промышленность, 1966.
 [3] Илиев Т.Н., Б. Динков, С. Белков, Руководство за курсово проектиране на пневматичен транспорт, София, Техника, 1979.

ALGORYTM I ROZWIĄZYWANIE ZADAŃ DLA PROJEKTOWANIA
 URZĄDZEŃ TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO Z WYKORZYSTANIEM
 ELEKTRONICZNEJ TECHNIKI OBLICZENIOWEJ

S t r e e z z e n i e

W pracy rozważono problemy związane z wprowadzeniem danych wejściowych algorytmizacją i rozwiązywaniem zadań projektowania urządzeń transportu pneumatycznego. Dla przykładu wykorzystano rozwiązanie dla projektowania

instalacji pracującego oddziału, wyróżniającej się różnorodnością elementów konstrukcyjnych.

Podany przykład projektowania wskazuje na szeroki zakres możliwości zastosowań opracowanego programu. Program opracowano w oparciu o język "Fortran", a obliczenia przeprowadzono na komputerze "Mińsk 22". Ważną zaletą projektowania wg podanej metody jest możliwość szybkiego tworzenia i obliczeń wielu wariantów rozwiązań projektowych, jak również wzrost dokładności obliczeń.

COMPUTER AIDED DESIGN OF PNEUMATIC CONVEYING EQUIPMENT:
ALGORITHM AND PROBLEMS SOLVING

S u m m a r y

Computer aided design of pneumatic conveying equipment including data input, algorithm and problems solving is considered. Solution for the installation of the working department with variety of construction elements is given as an example. It indicates broad possible application of the programme. The programme is written in FORTRAN and has been implemented on MIŃSK 22 computer. Computer aided design enables high speed creation and computation for many alternative designs as well as high precision of calculations.