

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
В Н И И

РЕКОМЕНДАЦИИ
по автоматизированному проектированию
капитальных горных выработок

Ленинград
1979

Министерство угольной промышленности СССР
Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
горной геомеханики и маркшейдерского дела
В Н И И

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Л е н и н г р а д
1 9 7 9

Рекомендации по автоматизированному проектированию капитальных горных выработок. Л., 1979, с. 124 (М-во угольной промышленности СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

Разработана система автоматизированного проектирования капитальных выработок НЕДРА, с помощью которой по заданной геологической колонке, координатам и параметрам выработки в автоматическом режиме производится оценка ее устойчивости, выбор типов крепи по длине выработки и оценка стоимостных параметров сооружения и крепления.

Выбор однотипной крепи на участке выработки производится с привлечением программы ОПТИМ.

Приведены инструкции к программам НЕДРА, ОПТИМ, примеры расчета параметров крепи (на участках одиночных выработок, сопряжений и в камерах), алгоритмы и тексты программ на языке ФОРТРАН-IV.

Рекомендации рассмотрены секцией горного давления Ученого совета ВНИИМ и рекомендованы для опытного применения при проектировании капитальных выработок угольных шахт. Окончательное проектное решение должно приниматься с учетом требований нормативных документов.

Ил. 10, табл. 38.

© Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела ВНИИМ, 1979.

В В Е Д Е Н И Е

Одним из важнейших условий эффективной работы угольных шахт является обеспечение надежного состояния капитальных горных выработок в течение всего срока службы при минимальных стоимости и времени их сооружения.

Анализ условий поддержания капитальных выработок свидетельствует о неудовлетворительном их состоянии, особенно на больших глубинах и в слабых неустойчивых породах. Нередко выработки теряют устойчивость еще в период строительства шахты.

Причины нарушения нормальной эксплуатации выработок определяются, с одной стороны, недостаточной проработкой проектных решений, с другой, отклонением от паспортов проведения и крепления выработок при их сооружении.

Отсутствие единого регламентирующего документа по выбору расположения, способов охраны, типов и параметров крепи привело к тому, что сеть капитальных выработок проектировали по минимуму их протяженности без учета геомеханических особенностей проведения и поддержания.

Естественно, что крепь выработок и особенно их сопряжений, падающих в слабые неустойчивые породы, нарушалась, это приводило к огромным затратам на крепление и поддержание выработок.

В 1977 г. во ВНИМИ с участием институтов-соисполнителей были разработаны и изданы "Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на шахтах СССР".

По Указаниям нормальная эксплуатация выработок обеспечивается достоверностью и полнотой геологических и геомеханических сведений о массиве горных пород^х, выбором рационального расположения, способов охраны и типов крепи. Параметры крепи определяют на основе геомеханических расчетов проявлений горного давления и статического расчета крепи с учетом технологии сооружения выработки и

^х

Приведены в Требованиях к определению механических свойств пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР (издание ВНИМИ, 1977).

возведения крепи. Расчеты по Указаниям не сложны: смещения и нагрузки на крепь определяют по простым формулам и номограммам; статический и прочностной расчеты крепи – по программе на ЭВМ. Однако при выполнении полного комплекса расчетов для всей сети выработок задача становится достаточно трудоемкой. Поэтому расчеты практически проводят для одного варианта расположения сети выработок, выбранного на основе инженерного опыта и интуиции проектировщика. При таком подходе выбранный вариант может оказаться неоптимальным. Количество анализируемых вариантов расположения сети выработок в плане и профиде можно существенно увеличить, если перевести основной процесс вычислений проявлений горного давления, выбора типов крепи, ее статического и прочностного расчетов с определением стоимостных показателей на ЭВМ.

С этой целью во ВНИИ на основе принципов Указаний разработаны Рекомендации по автоматизированному проектированию капитальных горных выработок. Рекомендации позволяют по заданной геологической колонке с указанием типов пород и их прочности, привязке слоев пород в пространстве и направлению выработки подобрать рациональные типы крепи и определить их геометрические и стоимостные параметры по длине одиночной выработки, на участках их сопряжений, в камерах и в выработках, примыкающих к камерам.

В качестве геомеханической основы расчетов проявлений горного давления в Рекомендациях использован экспериментально-аналитический метод, построенный на решении вязкоупругопластической задачи^Х и обобщении данных натуральных замеров смещений и нагрузок на крепь. Особенностью метода является введение в исходные данные поправочных коэффициентов, учитывающих несовершенство расчетной схемы и модели среды.

Перевод всех расчетов на ЭВМ позволил отказаться от ряда допущений, принятых в Указаниях, а также существенно облегчить процесс проектирования крепи для тяжелых горногеологических условий, для которых обязательным является выполнение статического и прочностного расчетов крепи. По Рекомендациям расчеты устойчивости выработок, нагрузок на крепь, построение расчетной схемы, статический и прочностной расчеты крепи выполняются в автоматическом режиме.

Использование автоматизированной системы НЕДРА предполагается в двух направлениях: приближенном – при выборе вариантов и уточ-

^Х А м у с и н Б. З. Прогнозирование устойчивости капитальных выработок с учетом постепенного разрушения пород в зоне неупругих деформаций. – ФТПРПИ, 1977, № 5, с. 22–29.

нением – при детальном расчете выбранного варианта или при получении дополнительных данных геологической разведки, выполняемой в ходе строительства шахты.

В приложениях к Рекомендациям приведены алгоритмы и тексты программ с необходимыми пояснениями для специалистов и проектировщиков, которые могут самостоятельно или при консультации ВНИИМИ выполнить корректировку отдельных блоков программ, приспособивая их к условиям конкретных бассейнов и месторождений. В частности, легко можно изменить программы расчета стоимостных параметров (СМЕТА), выбора типов и параметров крепи, упрочнения и технологии сооружения выработок (ВЫБОР).

Рекомендации разработаны под руководством д-ра техн. наук, проф. К. А. Ардашева и канд. техн. наук Б. З. Арусина.

1. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НЕДРА

1.1. Выбор вариантов расположения сети капитальных выработок выполняют проектировщики с учетом комплексной технологической увязки всех звеньев шахт (подъем, транспорт, вентиляция, водоотлив) и основных положений Указаний в части расположения и охраны горных выработок.

1.2. Для каждого варианта производится выбор оптимального крепления выработок по всем участкам рассматриваемой сети. При этом сеть выработок необходимо разбить на элементы: прямолинейные и криволинейные участки, сопряжения выработок, камеры и выработки, примыкающие к ним. Камеры при отношении длины к ширине более четырех рассматривают как одиночные выработки.

1.3. По данным геологической разведки строят вертикальную геологическую колонку с указанием мощности слоев, их прочности на сжатие в "куске" и литологического типа породы. Определяют угол и азимут падения пород^х. При построении автоматизированной системы НЕДРА слои пород приняты плоскими без искривлений (выдержанное падение). При искривлении породных слоев в пространстве их приблизительно заменяют на отдельных участках плоскими с переменным углом и азимутом падения. В таком случае при расчете выработок на каждом новом участке вновь необходимо задать параметры геологической колонки и привязку плоскости слоев в пространстве (угол и азимут падения).

1.4. Типы и параметры крепи по выделенным элементам выбирают с использованием автоматизированной системы НЕДРА (см. раздел 2). Для первых фаз проектирования (выбор вариантов расположения выработок относительно вмещающих пород) используют приближенную схему расчета. После выбора оптимального варианта расположения сети выработок необходимо провести дополнительную геологическую разведку

^х Азимут падения отсчитывают от положительного направления оси ОХ (направление на север) по часовой стрелке до направления проекции на горизонтальную плоскость линии падения. Линия падения — линия наибольшего уклона плоскости. Угол падения отсчитывают от линии падения до ее проекции на горизонтальную плоскость.

по трассе выбранного варианта. Типы и параметры крепи для принятого варианта расположения сети выработок после получения более достоверных механических свойств горных пород выбирают по уточненной схеме на основе статического и прочностного расчетов.

1.5. В автоматизированной системе предусмотрен выбор различных типов крепи для каждого участка, расположенного в породах, отличающихся по прочности от предыдущего более чем на 30% - при расчете по приближенной схеме и более чем на 15% - по уточненной схеме.

Таким образом, по расчету участки с различными типами крепи могут оказаться весьма малыми, что, естественно, не может быть принято в проекте. Поэтому окончательный выбор типов крепи из рекомендуемых автоматизированной системой НЕДРА и установление длин участков с однотипной крепью на этапе выбора расположения сети выработок предоставляется сделать проектировщику. При выполнении рабочих чертежей рекомендуется осуществлять выбор участков с однотипной крепью, используя программу ОПТИМ (см. раздел 3).

1.6. После выбора крепи по каждому элементу выработки и определения стоимости их сооружения вычисляют суммарные затраты по рассматриваемому варианту расположения сети выработок. Далее в той же последовательности определяют суммарные затраты по остальным конкурирующим вариантам.

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НЕДРА

Область применения

2.1. Автоматизированная система проектирования предназначена для выбора типов и параметров крепи капитальных выработок, расположенных вне зоны влияния очистных работ, на угольных шахтах СССР.

2.2. Стоимостные параметры определяются по приближенным показателям для основных угольных бассейнов: Донецкого, Кузнецкого, Воркутского и Карагандинского.

2.3. Система НЕДРА распространяется на одиночные протяженные горизонтальные выработки, выработки параллельные и на участках сопряжений, камеры и выработки, примыкающие к камерам.

2.4. Диапазон рекомендуемых замкнутых и незамкнутых типов крепи ограничен следующими: анкерная, набрызг-бетонная, податливая из спецпрофиля, тубинги КузНИИшахтостроя, бетонная, железобетонная с жесткой арматурой из двутавровых рам, а также из спецпрофиля, бетонная и железобетонная с последующим упрочнением пород путем цементации (подробнее выбор крепи см. П.2.3).

2.5. Система НЕДРА не распространяется на условия расположения выработок в районах существенного искривления поверхности породных слоев, на наклонные и вертикальные выработки и приствольные камеры.

2.6. Автоматизированная система НЕДРА разработана применительно к ЭВМ "Минск-32". Язык программирования ФОРТРАН-IV.

И с х о д н ы е д а н н ы е

2.7. Исходные данные к автоматизированной системе НЕДРА подготавливаются в табличной форме (табл. I) и затем пробиваются на перфокартах. В первой строке формы перфокарт исходных данных (табл. I) приведены обозначения, принятые в программе, во второй-формат представления чисел, в третьей - номера колонок на перфокартах.

К табл. I приведены условные обозначения.

2.8. При расчете одиночных выработок вводится $(2 + NN)$ перфокарт (где NN - количество расчетных слоев в геологической колонке). При расчете параллельных выработок, выработок на участках сопряжений, камер и выработок, примыкающих к камерам, вводится $(3 + NN)$ перфокарт. Первые $(1 + NN)$ перфокарт остаются неизменными при расчете всех выработок, привязанных к заданной геологической колонке.

2.9. При расчете выработок, проходимых вкрест или под углом к простиранию (в том числе выработки на сопряжении и примыкающие к камерам), величина ШАГ принимается равной мощности наименьшего слоя, но не менее 1 м. При расчете выработок, проходимых по простиранию (в том числе выработки на сопряжении и примыкающие к камерам), величина ШАГ принимается равной длине выработки. При расчете камер величина ШАГ принимается равной нулю.

Расчетный шаг, т. е. расстояние между расчетными сечениями, определяется в автоматическом режиме. В случае отличия прочности пород в сечениях, расположенных на расстоянии ШАГ менее чем на 30% при $LЭТ = 1$ или 10% при $LЭТ = 2$, вычисления не выполняются и производится переход к следующему сечению.

2.10. При расчете камеры ($KГ = 3$, $LГ = 1, 2$) координаты $XO1$, $YO1$ принимаются равными координатам центра камеры, а координаты $XO2$, $YO2$ - любого из ее торцов.

2.11. Коэффициент тектонической нарушенности $KН$ следует определять, руководствуясь Методическими указаниями^х. При отсутствии

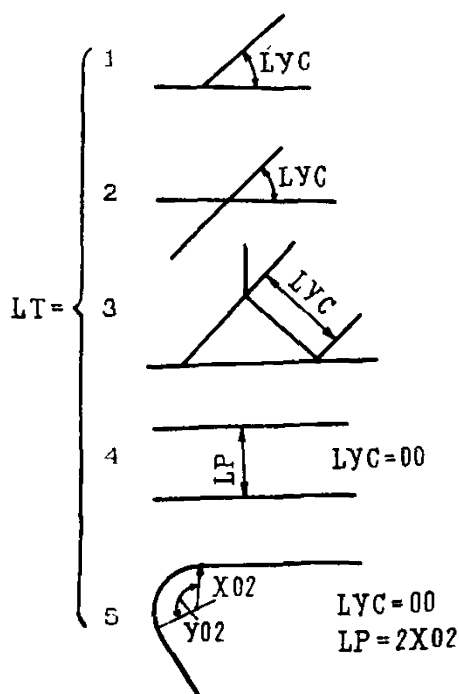
^х Методические указания по оценке влияния разрывных нарушений на полноту вземки угля на сильно нарушенных месторождениях. Л. ВНИМИ, 1975.

Условные обозначения, принятые в таблице 1

- N_B - номер варианта;
 $N_{сл}$ - номер слоя (номер перфокарты);
 $LЭТ = \begin{cases} 1 - \text{без расчета крепи;} \\ 2 - \text{с расчетом крепи;} \end{cases}$
 NN - количество слоев;
 $A31$ - азимут падения, град;
 ΦA - угол падения, град;
 $H1$ - глубина от поверхности, м;
 KH - коэффициент нарушенности;
 $DM(i), KCM(i), S1(i)$ - соответственно мощность (м), тип породы, прочность i -того слоя, т/м²;
 $KCM(i)$ - литологический тип породы слоя: 1 - песчаник, 2 - алевролит, 3 - аргиллит, 4 - глина, 5 - уголь;
 $XO1, YO1, XO2, YO2$ - соответственно координаты начала и конца выработки (при $KГ = 3$ и $LТ = 1$ или 2 значения $XO1$ - координаты середины камеры, а $XO2, YO2$ - конца); при расчете выработок, расположенных на кривой ($KГ = 1, LТ = 5$), принимается: $XO2$ - радиус кривой, м; $YO2$ - центральный угол кривой, град;
 $HВ$ - высота в свету выработки или камеры;
 $BВ$ - ширина выработки или камеры в свету, м;
 $HГ$ - высота в свету выработки, на которой выдерживается заданная ширина $BВ$, м;
 $ШАГ$ - шаг расчета по длине выработки (при расчете камеры $KГ = 3$ и $LТ = 1$ или 2 $ШАГ = 00$);
 $LБАС = 1$ - Донбасс, 2 - Кузбасс, 3 - Караганда, 4 - Воркута;
 $KГ = 0$ - одиночная, 1 - сопряжение, 3 - камера.

При $KГ = 1$:

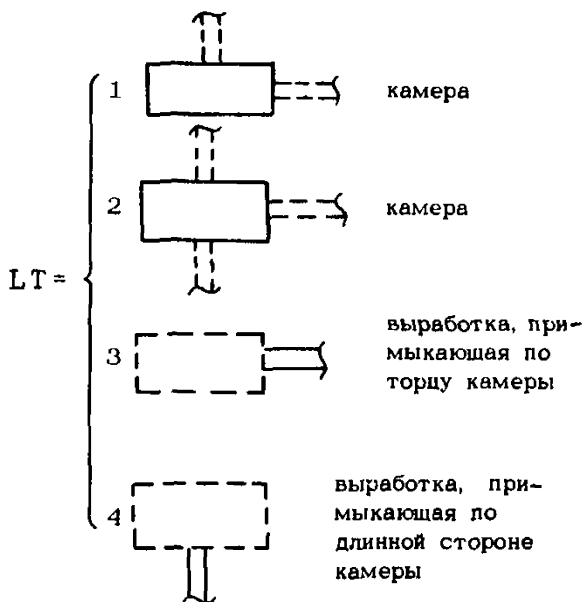
$LТ$ - тип сопряжения;



LP - удаление расчетного сечения от центра сопряжения, м; $LУС$ - угол между сопрягающимися выработками, град. (при $LТ = 3$, $LУС$ - расстояние между двумя узлами сопряжения, м); ROC - половина ширины примыкающей выработки, м;

При $KГ = 3$:

$LТ$ - тип камеры или примыкающей выработки;



LP - длина камеры, м; $LУС = 00$; ROC - отношение ширины камеры (или высоты камеры при $HВ > BВ$) к средней ширине примыкающей выработки;

данных значение КН необходимо приближенно принимать по табл. 2.

2.12. При задании геологической колонки слои пород от поверхности до глубины Н2 заменяются одним слоем ДМ(I) = Н2 с произвольными характеристиками, например: КЦМ(I) = 3; S₁(I) = 05000.

Т а б л и ц а 2

Характеристика тектонической обстановки в районе расположения выработок	Коэффициент тектонической нарушенности КН
Практически ненарушенный или имеющий отдельные мелкоамплитудные нарушения	50
Отдельные крупные нарушения на расстояниях свыше ширины зоны влияния нарушения	50-100
Сеть мелкоамплитудной нарушенности на расстояниях свыше ширины зоны влияния нарушения	100-150
Отдельные крупные нарушения и густая сеть мелкоамплитудной нарушенности на расстояниях от них свыше ширины зоны влияния нарушения	150-250
Значительное количество крупных и мелких разрывных нарушений	> 250

Далее задаются слои пород в соответствии с геологической колонкой до глубины Н3.

Величины Н2 и Н3 определяются в зависимости от азимута падения по формулам:

при $0 \leq \text{AZI} < 180$

$$H2 = H1 - (l_I \cdot \lg \Phi A + I,5BV + HB); \quad (1)$$

$$H3 = H1 + BV; \quad (2)$$

при $180 \leq \text{AZI} < 360$

$$H2 = H1 - (I,5BV + HB); \quad (3)$$

$$H3 = H1 + l_I \cdot \lg \Phi A + BV, \quad (4)$$

где l_I - максимальное удаление выработки от центра геологической колонки.

2.13. В системе НЕДРА не предусматривается задание координат начала и конца выработки с отрицательными значениями. При отрица-

тельном значении одной из координат вводится расчетная геологическая колонка, удаленная от действительной на расстояние l_2 по проекции линии падения на горизонтальную плоскость так, чтобы все координаты рассматриваемых выработок оказались положительными. В этом случае расчетная мощность первого слоя определяется по формулам:

при $0 \leq A\beta_1 < 180$

$$DM(I) = H_2 - l_2 \operatorname{tg} \Phi_A; \quad (5)$$

при $180 \leq A\beta_1 < 360$

$$DM(I) = H_2 + l_2 \operatorname{tg} \Phi_A, \quad (6)$$

где величина H_2 вычисляется по формулам (1) или (3), а значение H_3 остается без изменений.

2.14. Примеры заполнения карт исходных данных и расчета приведены в прил. I.

Р е з у л ь т а т ы р а с ч е т а

2.15. В ходе вычислений по автоматизированной системе НЕДРА для каждого расчетного сечения (п. 2.9) на печать выдаются результаты расчета. Печать результатов на АЦПУ (при $I\beta T = 2$) начинается с распечатки исходных данных. Далее печатается удаление расчетного сечения от начала выработки и приведенные расчетные прочности и типы в кровле, почве и боках.

2.16. Для приближенного расчета ($I\beta T = 1$) распечатываются рекомендуемые типы и параметры крепи: толщина крепи D , номер спецпрофиля (для податливой крепи) или двутавра (для жесткой крепи) $N\Pi$, количество рам спецпрофиля или двутавра на I п. м выработки ШР, а также размеры сечения выработки в свету, вчерне и периметр крепи; стоимость проходки и сооружения I п. м выработки.

Если для расчетного сечения рекомендуется несколько типов крепи, то на печать выдаются параметры каждого типа.

2.17. Для детального расчета ($I\beta T = 2$) перед распечаткой рекомендуемых типов и параметров крепи в табличной форме выдаются расчетные характеристики проявлений горного давления во времени; вначале для податливой крепи (время ввода жесткой крепи в работу $T_I = 5000$ сут, т. е. она практически не вводится), затем - для жесткой ($T_I = 30$ сут).

2.18. Условные обозначения параметров в таблицах расчета проявлений горного давления приняты следующими: H - глубина; KH - коэффициент тектонической нарушенности; Φ_A - угол падения пород или основной системы трещин; $CЗК$, $CЗБ$, $CЗП$ - толщина забутовочного слоя за крепью, соответственно в кровле, боках и почве; $FЛК$, $FЛБ$, $FЛП$ - относительная кривизна крепи в кровле, боках и почве (отно-

шение стрелы прогиба к пролету); SK - расчетная прочность массива горных пород; FI - расчетный угол внутреннего трения; Ю - полуширина (полувысота при расчете боков) выработки; T - время, сут; PЖ - нагрузка на жесткую крепь; PMIN - нагрузка на податливую крепь; UO - смещение контура; ZI, Z2, Z3 - относительные размеры зон неупругих деформаций соответственно: зоны разрушенных пород, трещин и неупругих деформаций без разрушения; EL - абсолютный размер зоны неупругих деформаций; V - скорость смещения контура.

2.19. При расчете сопряжений, параллельных выработок, камер и выработок, примыкающих к камерам, дополнительно распечатывается тип сопряжения или камеры, угол сопряжения, половина ширины примыкающей выработки - ЮС (при расчете камер ЮС - отношение ширины камеры к ширине выработки), расстояние LP от узла пересечения внутренних боковых поверхностей выработок до расчетного сечения (при расчете камер LP - длина камеры, при расчете параллельных выработок LP - расстояние между внутренними боковыми поверхностями выработок), приведенная глубина H.

2.20. После расчета нагрузок на жесткую крепь (при ЛЭТ = 2) производится статический и прочностной ее расчеты. Распечатка результатов расчетов также приведена в табличной форме.

В начале таблицы распечатываются исходные данные, которые позволяют восстановить расчетную схему и эпюру нормальных нагрузок на крепь. Условные обозначения приняты следующими:

в таблице исходных данных: EI - прочность бетона (железобетона) на изгиб, t/m^2 ; NP - количество рам жесткой арматуры из двутавров на I п. м выработки; ND - номер двутавра; E - модуль упругости крепи, t/m^2 ; PЖ - прочность арматуры, t/m^2 ; FI - угол трения крепи по породе; ALP - центральный угол от горизонтального диаметра до точки опоры незамокнутой крепи при очертании ее по радиусу (знак минус означает, что опора расположена ниже горизонтального диаметра); NI, N2 - количество элементов в расчетной схеме соответственно в I и II системах координат; QI, Q2 - равномерно распределенная нагрузка в направлении оси OY; KX, KY - жесткость упругих опор незамокнутой крепи в направлении осей OX и OY; K - коэффициент отпора породы в узлах элементов; S - признак (S = 0 геометрия крепи задается через длину элемента и угол его наклона к оси OX, S = I - геометрия крепи задается через радиус и центральный угол); Z - признак (Z = 0 - конец элемента расположен в шарнире, Z = I - на монолитном участке; ALP - при S = 0 - угол наклона элемента к оси OX, при S = I - центральный угол элемента; R - при S = 0 - длина элемента, при S = I - радиус; EI - жесткость элемента крепи на изгиб; EF - жесткость элемента крепи на

сжатие; P - нагрузка радиальная или распределенная в направлении оси OX .

В таблице результатов расчета: $U(I, M)$ - смещение крепи в направлении оси OX , I - номер узла, M - номер системы координат; $R(I, M)$ - реакции отпора породы равномерно распределенные по длине элемента; $M(I, M)$ - изгибающие моменты в узлах (знак минус означает, что растянуто или менее напряжено наружное волокно крепи); $N(I, M)$ - нормальная сила в узлах крепи (минус означает сжатие); $NS(I, M)$ - предельная несущая способность крепи.

2.21. О перегрузке или недогрузке отдельных узлов крепи можно судить по сопоставлению узловых нормальных сил с соответствующими величинами несущей способности. Толщина крепи и количество рам на I п. м принимаются по максимальному их значению. В случае, если количество рам жесткой арматуры оказывается больше четырех, рекомендуется выполнять упрочнение пород. В системе НЕДРА принято упрочнение пород путем цементации при водоцементном отношении $V : Ц = I : 2$. При повторном расчете проявлений горного давления и статическом расчете крепи учитывается упрочняющее действие цементного раствора в зонах разрушения и трещинообразования. Забутовка при этом принимается равной нулю (в расчете условно толщина забутовки принята $0,0I$ м).

2.22. При расчете выработок, расположенных на участках сопряжений, анализируются три сечения, удаленные от узла сопряжения на расстояния LP , $LP/3$ и LP (где LP - предельное расстояние, на котором выработки оказывают влияние друг на друга). После удаления расчетных сечений от центра сопряжения более, чем LP , выработка рассматривается как одиночная. Расчет параллельных выработок ($KГ = 1$, $ЛТ = 4$) выполняется в той же последовательности, как и одиночных, но с учетом влияния смежной выработки.

2.23. Расчет камеры ($KГ = 3$, $ЛТ = 1, 2$) производится для одного расчетного сечения, расположенного по ее середине.

2.24. Расчет выработок, примыкающих к камере ($KГ = 3$, $ЛТ = 3, 4$), производится для трех расчетных сечений, удаленных от точки примыкания на расстояние, равное нулю, ширине выработки и LP (где LP - предельное расстояние, на котором камера влияет на выработку). После удаления выработки от точки примыкания ее к камере более LP , она рассчитывается как одиночная.

И н с т р у к ц и я о п е р а т о р у ВЦ

2.25. Программе соответствует идентификатор НЕДРА. Для работы программы требуется $I20$ листов памяти.

2.26. В программе используются следующие условные обозначения: УВвК - устройство ввода перфокарточное; УПЧ - устройство вывода печатающее (АЦПУ); ПМ - пишущая машинка пульта оператора; ЯЯЯЯ - идентификатор задания диспетчеру; Z Z Z - машинный номер внешнего устройства.

2.27. Программа выполняет: ввод исходных данных, решение задачи и вывод результата ЭВМ расчета на АЦПУ.

2.28. Действия оператора:

- а) установить МЛ с программой НЕДРА;
- б) установить исходные данные на УВвК^х;
- в) набрать задание диспетчеру на выполнение программы:

ВЫ-ЯЯЯЯ; ПМ 0 * ЯЯЯЯ * НЕДРА 00100 МЛ I2000

На указание диспетчера:

* 1 - ЯЯЯЯ - НМЛ 001-002

ЭГР: установить НЕДРА. Закоммутировать МЛ с программой и с ПМ, дать директиву: * N 0

2.29. Время счета по автоматизированной системе НЕДРА зависит от рассматриваемых вариантов. Для одного расчетного сечения, включая подробную распечатку результатов, оно не превышает 5 мин.

3. ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОГРАММЫ ОПТИМ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КРЕПИ

О б л а с т ь п р и м е н е н и я

3.1. Программа ОПТИМ предназначена для выбора оптимальной крепи из рекомендуемых автоматизированной системой НЕДРА на протяженных участках выработок. В качестве оптимальной принимается крепь, приведенные затраты на сооружение и поддержание которой являются минимальными.

^х Исходные данные для расчета пробиваются на перфокартах согласно табл. I и устанавливаются в таком порядке: первая перфокарта снизу - карта начального блока исходных данных, содержащая следующую информацию: жж ! FFF _ 000000000000000000000000. На нее должна быть установлена 1-я перфокарта I варианта, затем 2-я и т. д. За последней перфокартой I варианта в аналогичной последовательности устанавливаются перфокарты II, III, n-го вариантов расчета.

3.2. Программа ОПТИМ распространяется на замкнутую железобетонную крепь и сводчатые: бетонную, железобетонную, тубинговую, набрызг-бетонную, анкерную, податливую, типа СВП.

П о с л е д о в а т е л ь н о с т ь в ы б о р а
о п т и м а л ь н о й к р е п и

3.3. После получения результатов расчета по автоматизированной системе НЕДРА ($LЭТ = 2$) технолог выбирает (из рекомендуемых) 2-4 конкурентноспособных варианта крепи для рассматриваемого протяженного участка, минимальная длина которого должна быть больше 50 м^X .

3.4. Перед обращением к программе ОПТИМ предварительно оценивается вероятность отказов по длине рассматриваемого участка отдельно для кровли и почвы выработки по формуле:

$$P = 1 - \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{t_i}, \quad (7)$$

где P - вероятность отказов (в кровле или почве); L - длина рассматриваемого участка, состоящего из элементов i с одинаковыми горногеологическими условиями, протяженностью l_i ; t_i - период перекреплений (поддержки почвы), лет.

3.5. Период перекреплений определяется в зависимости от вида крепи отдельно для кровли и почвы по формуле:

$$t_i = \frac{10^{\frac{p}{p_i}} \cdot 3,2I}{108} - I, \quad (8)$$

где p - несущая способность рассматриваемого типа крепи, т/м^2 ; p_i - нагрузка на крепь при установке ее на участке выработки l_i , т/м^2 .

Для незамкнутой крепи период перекреплений в почве определяется по формуле:

$$t_i = \frac{10^{\frac{65 U_i}{100}} - I}{108}, \quad (9)$$

где U_i - поднятие почвы (в сантиметрах) на участке l_i .

Значения p , p_i и U_i определяются расчетом по автоматизированной системе НЕДРА на конечный срок существования выработки. На участ-

^X При существенном отличии свойств пород на коротком участке выработки целесообразно на нем, не меняя типа крепи, производить местное усиление, например, цементацию пород вблизи контура выработки.

ке t_v , где принимается крепь, соответствующая расчетной, вероятность отказов принимается нормативной $P^H = 0,95$. Для незамкнутой крепи нормативная вероятность отказов в почве принимается $P^H = 0,9$. Период перекреплений для расчетной крепи t_v принимается равным сроку службы выработки.

3.6. Выбор рационального типа крепи по участку протяженностью L определяется по минимуму приведенных затрат на основе расчета по программе ОПТИМ. Пример использования программы ОПТИМ приведен в прил. П.1.4.

И с х о д н ы е д а н н ы е

3.7. Исходные данные к программе ОПТИМ подготавливаются в табличной форме (табл. 3) и затем пробиваются на перфокартах. В первой строке формы перфокарт исходных данных приведены обозначения вводимых параметров, во второй строке - формат представления чисел, в третьей - номера колонок на перфокартах.

3.8. Количество перфокарт для расчета зависит от количества рассматриваемых вариантов крепи (NN) и равно $N + 1$. Пример заполнения перфокарт приведен в прил. П.1.4.

3.9. Результаты расчета выдаются на АЦПУ в виде таблицы, в которой указываются приведенные затраты для каждого варианта в зависимости от вида восстановления.

И н с т р у к ц и я о п е р а т о р у ВЦ

3.10. Программе соответствует идентификатор ОПТИМ. Для работы программы требуется 60 листов памяти.

3.11. В программе используются следующие условные обозначения: УВвК - устройство ввода перфокарточное; УПЧ - устройство вывода печатающее (АЦПУ); ПМ - пишущая машинка пульта оператора; ЯЯЯЯ - идентификатор задания диспетчеру; Z Z Z - машинный номер внешнего устройства.

3.12. Программа выполняет ввод исходных данных, решение задачи и вывод результатов расчета на АЦПУ.

3.13. Действия оператора:

а) установить МЛ с программой ОПТИМ;

1-я карта																						
NN	IB	L				IAG				IQ				M	Ц				N			
I1	I1	I3				I7				I3				I1	F5.I				I2			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Карта для I-того варианта

LВКВ(I)	S(I)				P(I)				КПР(I)				РК(I)				РП(I)				С6(I)				
I2	F4.I				F4.I				I4				F4.2				F4.2				F4.I				
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Условные обозначения, принятые в таблице 3

NN - количество сравниваемых вариантов;

IB - наименование выработок:

IB = $\begin{cases} 1 - \text{основные околостольные двory, главные одиночные откаточные выработки, главные конвейерные выработки (деформации крепи),} \\ 2 - \text{вспомогательные бремсберги и уклоны,} \\ 3 - \text{главные конвейерные выработки (деформации почвы), людские бремсберги и уклоны,} \\ 4 - \text{вентиляционные выработки;} \end{cases}$

L - протяженность выработки, п. м;

IAG - годовое количество добытого угля, проходящего по выработке или зависящего от ее работоспособного состояния, т/год;

IQ - количество воздуха, поступающего к вентилятору главного проветривания, м³/с;

M = $\begin{cases} 1 - \text{выработка расположена на труднопроветриваемом направлении вентиляционной сети шахты,} \\ 0 - \text{выработка не расположена на труднопроветриваемом направлении вентиляционной сети шахты;} \end{cases}$

Ц - отпускная цена угля, руб. /т;

N - количество бригад рабочих, занятых на восстановлении выработки, (при отсутствии данных N = 4);

LВКВ(I) - вид крепи:

LВКВ(I) = $\begin{cases} 1 - \text{бетонная сводчатая,} \\ 2 - \text{тубинги железобетонные,} \\ 3 - \text{железобетонная сводчатая,} \\ 4 - \text{железобетонная замкнутая,} \\ 5 - \text{нарызг-бетонная,} \\ 6 - \text{анкерная,} \\ 7 - \text{податливая СВН;} \end{cases}$

S(I) - сечение выработки в свету, м²;

P(I) - внутренний периметр крепи, м;

КПР(I) - прямые затраты на сооружение выработки, руб. /м в год;

РК(I) - надежность поддержания (вероятность отказов) крепи выработки, 1/год;

РП(I) - надежность поддержания (вероятность отказов) почвы выработки, 1/год;

С6(I) - стоимость мелкого ремонта крепи, руб. /м в год;

Параметры LВКВ(I), S(I), P(I), КПР(I) рассчитывают по системе НЕДРА. Параметры РК(I), РП(I) вычисляют по формуле (7).

б) установить исходные данные на УВВК^Х;

в) набрать задание диспетчеру на выполнение программы:

ВЫ - ЯЯЯЯ; ПМ 0 * ЯЯЯЯ * ОПТИМ 00100 МЛ 06000

На указание диспетчера: *** 1 - ЯЯЯЯ - НМЛ - 001 - 002**

ЗПР: установить ОПТИМ, закоммутировать МЛ с программой и с ПМ, дать директиву: *** N0**

^Х Исходные данные для расчета пробиваются на перфокартах согласно табл. 3 и устанавливаются в таком порядке: 1-я перфокарта снизу - карта начального блока исходных данных, содержащая следующую информацию: жжж ! FFF 000000000000000000000000. На нее должна быть установлена 1-я перфокарта, затем 2-я и т. д.

П р и л о ж е н и е I

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

П. I. I. Р а с ч е т о д и н о ч н о й в ы р а б о т к и

Одиночная горизонтальная выработка (КГ = 0) шахты А Донбасса (ЛБАС = I) пройдена на глубине $H_I = 1000$ м, угол падения пород $\Phi_A = 45^\circ$, азимут падения $AZ_I = 0^\circ$, массив практически ненарушенный, имеет отдельные мелкоамплитудные нарушения $KH = 50$, количество слоев в геологической колонке $NN = 5$.

Мощность первого слоя принимаем от поверхности $DM(1) = 975$ м, тип породы $KCM(1) = 3$, прочность пород $SI(1) = 5000$ т/м². Ниже лежащие слои имеют следующие характеристики: $DM(2) = 5$ м, $KCM(2) = 1$, $SI(2) = 8000$ т/м², $DM(3) = 5$ м, $KCM(3) = 2$, $SI(3) = 5000$ т/м², $DM(4) = 7$ м, $KCM(4) = 3$, $SI(4) = 4000$ т/м², $DM(5) = 50$ м, $KCM(5) = 2$, $SI(5) = 6000$ т/м². Выработка однопутевая, ширина сечения в свету $BB = 2,9$ м, высота $HB = 2,8$ м. Высота выработки, до которой выдерживается заданная ширина, $HГ = 1,9$ м. Координаты начала выработки относительно геологической колонки: $XO_I = 0$ м, $YO_I = 0$ м, конца $XO_2 = 20$ м, $YO_2 = 0$ м. Шаг расчетных сечений $ШАГ = 5$ м.

Требуется найти рациональные типы и параметры крепи на стадии выбора вариантов расположения выработок ($IЭТ = I$).

Порядок расчета

I. В соответствии с табл. I заполняем перфокарты исходных данных. Если число, задаваемое форматом I, имеет меньшее количество позиций, чем на него отведено в перфокарте, то первые лишние позиции заполняем нулями. Например, при $KH = 50$ записываем 050. Число, записываемое в формате F, может быть представлено различным образом. Например, при $DM(2) = 5$, можно записать 5.000 или 05.00 или 0005. или 00005

I карта	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	I	I	4	5	0	0	0	I	0	0	0	0	5	0	0	5

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2 карта	9	7	5	.	0	3	0	5	0	0	0
3 карта	5	.	0	0	0	I	0	8	0	0	0
4 карта	5	.	0	0	0	2	0	5	0	0	0
5 карта	7	.	0	0	0	3	0	4	0	0	0
6 карта	5	0	.	0	0	2	0	6	0	0	0

} NN = 5

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7 карта	0	0	0	0	0	2	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0	0	2	.	8	2	.	9	I	.	9	0	5	0

2. После пробивки перфокарт и обращения к программе НЕДРА на АЦПУ выдаем результаты расчета для сечений, удаленных от начала выработки через каждые 5 м.

При отличии прочностных характеристик в последующем сечении менее чем на 30% расчет для него не производится. Анализ результатов расчета по системе НЕДРА, представленных в табл. 4, позволяет рекомендовать для крепления выработки податливую сводчатую крепь из спецпрофиля СВП-16 с шагом рам 0,5 м (стоимость сооружения I п. м выработки 168 руб.) или сводчатую бетонную крепь толщиной в своде 35 см и в боках 40 см (стоимость сооружения I п. м выработки 159 руб.)

П.1.2. Расчет камеры

Камера (КГ = 3) с тремя примыкающими выработками при ЛТ = 2 (две по длинной стороне и одна по торцу) расположена на глубине НГ = 1000 м вблизи одиночной выработки (шахта А Донбасса - ЛБАС = I). Данные по геологической колонке представлены в примере П.1.1. Ширина камеры в свету ВВ = 9 м, высота НВ = 9 м, высота от подошвы камеры, на которой выдерживается заданная ширина НГ = 2 м, длина камеры LP = 15 м, отношение ширины камеры к средней ширине примыкающих выработок ВОС = 3, ШАГ = 0.

Т а б л и ц а 4

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

* И Е П Р Д *

/ВАРИАНТ 1, 1979 Г

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР,

/ В Н И М И /

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ И СТОИМОСТИ
СООРУЖЕНИЯ ВЫРАБОТОК

ШАХТЫ ДОНБАССА
ГЛУБИНА 1700 М АЗИМУТ ПАДЕНИЯ 0 ГРАД УГОЛ ПАДЕНИЯ 45 ГРАД
УГОЛ ВСТРЕЧИ ВЫРАБОТКИ С НАПРАВЛЕНИЕМ ПРОСТИРАНИЯ 90 ГРАД
ШИРИНА ВЫРАБОТКИ 2,0 М ВЫСОТА 2,0 М В СВЕТУ

ОДИНОЧНАЯ ВЫРАБОТКА

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ 0,0 М X = 0,0 М Y = 0,0 М

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
НАВЕРХБЕТОННАЯ $D = 5,0$ М $MPE = 0$ ШР = 0,0Р/ММ СТ = 81,0 ЧБ/ММ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 7,0 М², ВЧЕРНЕ 8,5 М², ПЕРИМЕТР 8,4 М
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,0 М, В ПОЧВЕ 0,0 М, В БОКАХ 0,0 М

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
АНКЕР С МЕТ СЕТ $D = 0,0$ М $MPE = 0$ ШР = 0,0Р/ММ СТ = 69,0 ЧБ/ММ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 7,0 М², ВЧЕРНЕ 8,5 М², ПЕРИМЕТР 8,4 М
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,0 М, В ПОЧВЕ 0,0 М, В БОКАХ 0,0 М

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
ПОДАТЛИВАЯ СВЯ $D = 0,0$ М $MPE = 17$ ШР = 1,0Р/ММ СТ = 124,0 ЧБ/ММ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 7,0 М², ВЧЕРНЕ 8,1 М², ПЕРИМЕТР 8,3 М
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,0 М, В ПОЧВЕ 0,0 М, В БОКАХ 0,0 М

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
БЕТОННАЯ $D = 20,0$ М $MPE = 0$ ШР = 0,0Р/ММ СТ = 148,0 ЧБ/ММ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 7,0 М², ВЧЕРНЕ 9,4 М², ПЕРИМЕТР 8,7 М
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,0 М, В ПОЧВЕ 0,0 М, В БОКАХ 0,0 М

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ 5,0 М X = 5,0 М Y = 0,0 М

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
ПОДАТЛИВАЯ С/П $D=0.0M$ $N=17$ $NR=2.0P/PM$ $CT=169.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $9.8M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
БЕТОННАЯ $D=36.0M$ $N=17$ $NR=0.0P/PM$ $CT=159.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $11.2M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
ЖЕЛ. БЕТ. ТИВИНГЧ $D=0.0M$ $N=17$ $NR=0.0P/PM$ $CT=154.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $11.2M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ $10.0M$ $X=10.0M$ $Y=0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
ПОДАТЛИВАЯ С/П $D=0.0M$ $N=17$ $NR=1.0P/PM$ $CT=134.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $10.0M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
БЕТОННАЯ $D=25.0M$ $N=17$ $NR=0.0P/PM$ $CT=144.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $10.4M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ $15.0M$ $X=15.0M$ $Y=0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
НАБРАШГЕБЕТОННАЯ $D=5.0M$ $N=17$ $NR=0.0P/PM$ $CT=81.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $8.5M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
АНКЕР С ЖЕЛ. БЕТ. $D=0.0M$ $N=17$ $NR=0.0P/PM$ $CT=69.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $8.5M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
ПОДАТЛИВАЯ С/П $D=0.0M$ $N=17$ $NR=1.0P/PM$ $CT=139.046/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $7.0M^2$, ВЧЕРНЕ $8.1M^2$, ПЕРИМЕТР $9.8 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАГО КОРРОБОВНОГО СВОДА
 БЕТОННАЯ $D = 20.0\text{ см}$ $n = 9$ $W = 0.09/\text{м}$ $ST = 142.0\text{ кг/м}$
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТИ 7.0 м^2 , ВЧЕРНЕ 9.4 м^2 , ПЕРИМЕТР 9.7 м
 ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0 м , В ПОЧВЕ 0.0 м , В БОКАХ 0.0 м

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ 20.0 м $X = 20.0\text{ м}$ $Y = 0.0\text{ м}$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАГО КОРРОБОВНОГО СВОДА
 НАБРУСБЕТОННАЯ $D = 5.0\text{ см}$ $n = 9$ $W = 0.09/\text{м}$ $ST = 81.0\text{ кг/м}$
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТИ 7.0 м^2 , ВЧЕРНЕ 8.4 м^2 , ПЕРИМЕТР 9.4 м
 ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0 м , В ПОЧВЕ 0.0 м , В БОКАХ 0.0 м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАГО КОРРОБОВНОГО СВОДА
 АНКЕР С МЕТ СЕТ $D = 0.0\text{ см}$ $n = 9$ $W = 0.09/\text{м}$ $ST = 69.0\text{ кг/м}$
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТИ 7.0 м^2 , ВЧЕРНЕ 8.4 м^2 , ПЕРИМЕТР 9.4 м
 ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0 м , В ПОЧВЕ 0.0 м , В БОКАХ 0.0 м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАГО КОРРОБОВНОГО СВОДА
 ПОДАТЛИВАЯ СВЯ $D = 0.0\text{ см}$ $n = 17$ $W = 1.09/\text{м}$ $ST = 117.0\text{ кг/м}$
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТИ 7.0 м^2 , ВЧЕРНЕ 9.0 м^2 , ПЕРИМЕТР 9.7 м
 ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0 м , В ПОЧВЕ 0.0 м , В БОКАХ 0.0 м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАГО КОРРОБОВНОГО СВОДА
 БЕТОННАЯ $D = 20.0\text{ см}$ $n = 9$ $W = 0.09/\text{м}$ $ST = 151.0\text{ кг/м}$
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТИ 7.0 м^2 , ВЧЕРНЕ 9.3 м^2 , ПЕРИМЕТР 9.7 м
 ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0 м , В ПОЧВЕ 0.0 м , В БОКАХ 0.0 м

Координаты камеры задаем таким образом, чтобы $XO1$ и $YO1$ были бы координатами ее середины, а $XO2$ и $YO2$ — координатами торца камеры. В рассматриваемом примере $XO1 = 10\text{ м}$, $YO1 = 10\text{ м}$, $XO2 = 15,4\text{ м}$, $YO2 = 15,4\text{ м}$.

Требуется выбрать рациональные типы и параметры крепи на стадии разработки детального проекта ($LЭТ = 2$)

Порядок расчета

1. Заполнение карт исходных данных в соответствии с табл. 1. Первая карта исходных данных совпадает, кроме первой позиции (в первой позиции вместо 1 следует поставить 2 ($LЭТ = 2$)), с первой картой примера П.1.1. Карты 2-6 полностью совпадают с соответствующими картами примера П.1.1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7 карта	1	0	0	0	0	1	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	4		

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0	0	9	0	9	0	0	2	0	0	0	0	3	

При расчете камеры (КГ = 3) добавляется еще одна карта:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8 карта	2	1	5	0	0	3	0	0	0

2. Результаты расчета выдаются для одного сечения камеры, расположенного по ее середине. Анализ результатов расчета, представленных в табл. 5, позволяет рекомендовать для крепления камеры сводчатую бетонную крепь с прямыми стенами при толщине в своде 45 см и в стенах 60 см (стоимость сооружения I п. м 445 руб.) или податливую крепь из спецпрофиля СВП-27 с двумя рамами на I п. м (стоимость сооружения - 495 руб.).

П.1.3. Расчет сопряжения

Сопряжение (КГ = I) двух выработок первого типа (IT = I) расположено на глубине НГ = 1000 м шахты А Донбасса (ЛБАС = I) в районе одиночной выработки, геологические данные по которой приведены в примере П.1.1. Угол, под которым сопрягаются выработки, ЛУС = 30°. Половина ширины примыкающей выработки БОС = 1,8 м. Ширина в свету основной расчетной выработки ВВ = 4,8 м, высота ее НВ = 3,4 м, высота, до которой выдерживается заданная ширина выработки НГ = 1,9. Шаг расчетных сечений ШАГ = 5 м. Координаты начала расчетной выработки на сопряжении задаются от точки пересечения боковых внутренних поверхностей сопрягающихся выработок (до горизонтальному сечению) Х01 = 10 м, У01 = 50 м. Координаты конца выработки: Х02 = 30 м, У02 = 50 м.

Требуется найти рациональные типы и параметры крепи на стадии выбора вариантов расположения выработок (ЛЭТ = I).

Порядок расчета

I. Заполнение карт исходных данных. Первые шесть карт исходных данных полностью совпадают с соответствующими картами примера П.1.1.

Т а б л и ц а 5

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

И Н Ф Д Р А *

/ВАРИАНТ 1, 1978 Г

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР,

/ Я Н Ч М И /

УТОЧНЕННЫЙ ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ И СТОИМОСТИ
СОБРУЖЕНИЯ ВЫРАБОТОК

ШАХТЫ ДОНБАССА

ГЛУБИНА 1000М УГОЛЬ ПАДЕНИЯ 45ГРАД УГОЛЬ ПАДЕНИЯ 45ГРАД
УГОЛЬ ВСТРЕЧИ ВЫРАБОТКИ С НАПРАВЛЕНИЕМ ПРОСТИРАНИЯ 45ГРАД
ШИРИНА ВЫРАБОТКИ 9,9М ВЫСОТА 9,0М В СВЕТУ

КАМЕРА

КРОВЛЯ : АЛБЕРДИТ-5806, ТС/М2
ПОЧВА : АРГИЛЛИТ -5372, ТС/М2
БОКА : АЛБЕРДИТ-6402, ТС/М2

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ КАМЕРЫ

ТАБЛИЦА N

ТИП 2 ПРОС 3,00LP 15Н В74

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ : $m=1000m$; $kn=50$; $\phi_d=45$ ГРАД ; $t_1=50000$ ч
СЗК СЗ5 СЗП FLK FL5 FLП
0,20 0,15 0,05 0,50 0,50 0,20

ПО НОРМАЛ АЛБЕРДИТ * $sk=1626$, Т/М2 ; $\phi I=34$ ГРАД ; $p_0=4,98m$

=====
: T : PЖ : PМН : U0 * ?1 * ?2 : Z3 : PL * V :

:СУТКИ: Т/М2: Т/М2: СМ * * : : M * МН/СУТ :

2.	1.	1.	1.70	1.00	1.15	1.00	0.91	5.06
10.	3.	3.	4.39	1.00	1.32	1.00	1.12	3.41
30.	3.	3.	6.94	1.00	1.36	1.00	1.32	0.89
80.	4.	4.	8.80	1.00	1.42	1.00	1.48	0.19
360.	5.	5.	11.79	1.00	1.51	1.00	1.81	0.07
5500.	5.	5.	11.80	1.00	1.53	1.00	1.86	0.00

ПОЧВА : АРГИЛЛИТ · SK=1977 Т/М² : φI=33ГРАД : ρ0=4.98М

=====

Т	РЖ	РМТН	U0	Z1	Z2	Z3	RL	V
:СУТКИ:	Т/М²:	Т/М²:	СМ	:	:	:	М	ММ/СУТ

2.	0.	0.	1.40	1.00	1.16	1.00	0.56	5.90
10.	0.	0.	5.04	1.00	1.34	1.00	1.19	3.98
30.	0.	0.	8.14	1.00	1.40	1.00	1.41	1.07
80.	0.	0.	10.35	1.00	1.45	1.00	1.58	0.22
360.	0.	0.	13.77	1.00	1.54	1.00	1.92	0.08
5500.	0.	0.	13.80	1.00	1.56	1.00	1.97	0.00

БОКА : АРГИЛЛИТ · SK=1903 Т/М² : φI=31ГРАД : ρ0=4.78М

=====

Т	РЖ	РМТН	U0	Z1	Z2	Z3	RL	V
:СУТКИ:	Т/М²:	Т/М²:	СМ	:	:	:	М	ММ/СУТ

2.	0.	1.	1.16	1.00	1.00	1.00	0.29	3.95
10.	1.	2.	4.36	1.00	1.23	1.00	1.10	3.34
30.	2.	2.	6.81	1.00	1.28	1.00	1.34	0.83
80.	2.	3.	8.51	1.00	1.32	1.00	1.54	0.16
360.	3.	4.	10.69	1.00	1.41	1.00	1.96	0.06
5500.	3.	4.	11.03	1.00	1.42	1.00	2.02	0.00

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

	КРОВЛЯ	ПО НОРМАЛИ	БОКА	ПОЧВА
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	8.34 СМ	11.80 СМ	11.03 СМ	13.80 СМ
НАГРУЗКА	3.4Т/М²	4.8Т/М²	3.7Т/М²	0.0Т/М²
ГОНА НЕЧЕТ ДРОБОМ	1.3 М	1.9 М	2.0 М	2.0 М

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРОБОВЫЙ СВОД
 ПОДАТЛИВАЯ СВЯЗЬ 0.5 СМ НН= 27 ВР=2.0Р/М СТ= 493.0СВ/ММ
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 36.8М², ВЧЕРНЕ 41.9М², ПЕРИМЕТР 16.4 М
 СЛУБИЧА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0М, В ПОЧВЕ 0.0М, В БОКАХ 0.0М

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ КАМЕРЫ

ТАБЛИЦА N

ТИП 2 ДРОС 3.00LP 15H 467

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ : H=1000H : KH= 90 : φA= 45ГРАД : T1= 30CVT
 СЗК СЗБ СЗП FLK FLB FLП
 0.20 0.15 0.09 0.50 0.20 0.20

ПО НОРМАЛ АЛЛЕВРОЧТ : SK=1426 T/M2 : φI=34ГРАД : ρ0=5.05M

=====

: T : PЖ : PMIN: U0 : Z1 : Z2 : Z3 : RL : V :
 :CVTKH: T/M2: T/M2: CM : : : : M : MM/CVT :

2.	1.	1.	1.30	1.00	1.12	1.00	0.51	5.03
10.	3.	3.	4.32	1.00	1.31	1.00	1.12	3.38
32.	3.	3.	7.04	1.00	1.37	1.00	1.33	0.86
80.	0.	4.	8.40	1.00	1.41	1.00	1.45	0.15
360.	24.	4.	9.06	1.00	1.47	1.00	1.67	0.04
5500.	27.	4.	10.12	1.00	1.47	1.00	1.60	0.00

ПОЧВА : АРГИЛЛОЧТ : SK=1577 T/M2 : φI=33ГРАД : ρ0=5.05M

=====

: T : PЖ : PMIN: U0 : Z1 : Z2 : Z3 : RL : V :
 :CVTKH: T/M2: T/M2: CM : : : : M : MM/CVT :

2.	0.	0.	1.40	1.00	1.16	1.00	0.56	5.87
10.	0.	0.	4.90	1.00	1.33	1.00	1.10	3.95
32.	0.	0.	8.26	1.00	1.40	1.00	1.42	1.03
80.	0.	0.	10.77	1.00	1.44	1.00	1.58	0.22
360.	0.	0.	13.10	1.00	1.54	1.00	1.92	0.08
5500.	0.	0.	13.65	1.00	1.55	1.00	1.97	0.00

БОКА : АЛЛЕВРОЧТ : SK=1503 T/M2 : φI=31ГРАД : ρ0=4.76M

=====

: T : PЖ : PMIN: U0 : Z1 : Z2 : Z3 : RL : V :
 :CVTKH: T/M2: T/M2: CM : : : : M : MM/CVT :

2.	0.	0.	1.19	1.00	1.00	1.00	0.27	3.90
10.	1.	2.	4.28	1.00	1.23	1.00	1.08	3.27
32.	2.	2.	6.80	1.00	1.28	1.00	1.33	0.78
80.	7.	3.	8.18	1.00	1.31	1.00	1.40	0.14
360.	14.	3.	9.01	1.00	1.30	1.00	1.88	0.05
5500.	16.	3.	10.13	1.00	1.40	1.00	1.80	0.00

ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

НЕЗАМКНУТАЯ БЕТОННАЯ КРЕПЬ $R_1 = 900$, $R_2 = 9$
 КАСАТЕЛЬНЫЙ ОУПОР
 НАГРУЗКА РАДИАЛЬНАЯ
 МОНОЛИТНАЯ $N_1 = 22$ $F = 2650000$, $R_2 = 17000$
 УГОЛ ТРЕНИЯ $F_1 = 0$, ГРАД., $A_1 P$ $\mu_1 = 0$, ГРАД.,
 $N_1 = 7$ ЗП-ТОВ $N_2 = 4$ ЗП-ТОВ
 $Q_1 = 0$, Т/М² $Q_2 = 0$, Т/М² $K_1 = 16251$, Т $K_2 = 122265$, Т
 КОЛ-ВО ИТЕРАЦИЙ 1.

НОМЕРА:	K	С:2	ALP	R	FJ	EF	P
ЗП-ТОВ:	Т/М ²	:-:ГРАД.:	И	ТМ ²	Т	Т/М ² :	
1	28496	1:1	8.4	6.43	19920	1188487	10.
2	28496	1:1	8.4	6.43	19920	1188487	21.
3	28496	1:1	8.4	6.43	19920	1188487	24.
4	28496	1:1	8.4	6.43	19920	1188487	29.
5	126044	1:1	18.8	2.51	29881	1366760	31.
6	126044	1:1	18.8	2.51	29881	1366760	32.
7	126044	1:1	18.8	2.51	29881	1366760	23.
1	20744	0:1	00.0	0.36	43826	1945033	15.
2	20744	0:1	00.0	0.36	43826	1945033	13.
3	20744	0:1	00.0	0.36	43826	1945033	15.
4	20744	0:1	00.0	0.36	43826	1945033	16.

НОМЕР:	РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ						
УЗЛА	U(I,M)	V(I,M)	W(I,M)	N(I,M)	MS(I,M)	УПДН	КОЛ.РАМ:
	СМ	Т/М ²	ТМ	Т	Т	СМ	Р/ПМ
0	0.1	-0	2.0	-120	-282	45	0
1	0.1	-2	2.6	-120	-237	45	0
2	0.1	-4	3.6	-126	-229	45	0
3	0.1	-5	2.1	-123	-240	45	0
4	0.0	-6	-6.1	-110	-210	45	0
5	0.0	-28	-11.7	-116	-214	52	0
6	0.0	-33	-5.0	-93	-246	52	0
7	0.0	-40	4.0	-50	-202	52	0
0	0.1	7	0.0	-40	-336	58	0
1	0.1	-7	4.6	-41	-242	58	0
2	0.1	-7	2.0	-43	-216	58	0
3	0.1	-7	2.5	-44	-215	58	0
4	0.1	-7	4.0	-51	-237	58	0

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТА, КОРОБОВЫЙ СВОД
 БЕТОННАЯ $R = 45$ СМ $N_1 = 0$ $R_2 = 0$ ПР/ПМ СТ = 44. РЧЕ/ПМ
 СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 36.8М², ВЧЕРНЕ 42.6М², ПЕРИМЕТР 16.5 М
 ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0.0М, В ПОЧВЕ 0.0М, В БОКАХ 0.0М

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7 карта	I	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0	0	3	4	4	8	1	9	0	5	1			

При расчете сопряжения ($KГ = 1$) добавляется еще одна карта:

	I	2	3	4	5	6	7	8	9
8 карта	I	0	3	3	0	1	8	0	

2. При расчете сопряжения результаты выдаются вначале для трех сечений: $LP = 3$ м, $LP/3$ и LP (где LP – расстояние первого расчетного сечения от центра сопряжения, $LP/3$ – предельное расстояние, на котором выработки оказывают влияние друг на друга), а затем с заданным шагом для сечений, удаленных от зоны влияния сопряжения до конца выработки.

Анализ результатов вычислений по приближенной схеме (без расчета крепи $IЭТ = 1$), представленных в табл. 6, позволяет рекомендовать на протяжении всей выработки податливую крепь СВП-17 с шагом 0,5 м с различным объемом упрочнения пород по мере удаления сечений от центра сопряжения. Так, вблизи центра сопряжения стоимость сооружения 1 п. м выработки составляет 530 руб., а на удалении 20 м – 275 руб./п. м.

П.1.4. Выбор оптимальной крепи

На участке квершлага протяженность $L = 400$ м необходимо подобрать однотипную по минимуму приведенных затрат крепь. Выработка расположена на труднопроветриваемом направлении вентиляционной сети ($M = 1$). Через квершлаг должно поступать $IQ = 90$ м³ свежего воздуха в секунду. Производительность шахты $IAG = 600000$ т угля в год.

По горнотехническим условиям выработку делим на три однотипных элемента. Суммарная длина элементов I типа $L_1 = 140$ м, II типа $L_2 = 60$ м, III типа $L_3 = 200$ м. Результаты расчета проявлений горного давления в квершлаг с использованием автоматизированной системы проектирования НЕДРА приведены в табл. 7.

Т а б л и ц а 6

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ВЫБОР ПАРаметРОВ КРЕПИ И СТОИМОСТИ
СОПРЯЖЕНИЯ ВЫРАБОТКИ
ШАХТЫ ДОНБАССА
ГЛУБИНА 1000м АЗИМУТ ПАДЕНИЯ 0ГРАД УГОЛ ПАДЕНИЯ 45ГРАД
УГОЛ ВСТРЕЧИ ВЫРАБОТКИ С НАПРАВЛЕНИЕМ ПРОСТИРАНИЯ 90ГРАД
ШИРИНА ВЫРАБОТКИ 4,0м ВЫСОТА 3,4м В СВЕТУ

СОПРЯЖЕНИЕ

ТИП 1 РАССТОЯНИЕ ОТ ЦЕНТРА СОПРЯЖЕНИЯ 3м
УГОЛ СОПРЯЖЕНИЯ 30ГРАД
ПОЛОВИНА ШИРИНЫ ПРИМКАНИИЯ ВЫРАБОТКИ 1,0м

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ 3,0м X = 13,0м Y = 50,0м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРРОВОВНЯ СВООД
ЖБ СВ+ЦЕМЕНТ D=28,0м H=22 HР=2,0р/ПМ СТ= 633,0мб/ПМ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 15,0м², ВЧЕРНЕ 18,9м², ПЕРИМЕТР 11,2 м
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,9м, В ПОЧВЕ 4,2м, В БОКАХ 0,0м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ЗАМКНУТАЯ, КОРРОВОВНЯ СВООД
ЖБ ЗАМ+ЦЕМЕНТАЦ Д=28,0м H=22 HР=1,0р/ПМ СТ= 634,0мб/ПМ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 19,4м², ВЧЕРНЕ 31,5м², ПЕРИМЕТР 17,2 м
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,9м, В ПОЧВЕ 4,2м, В БОКАХ 0,0м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРРОВОВНЯ СВООД
СВП+ЦЕМЕНТАЦИЯ D= 0,0м H= 17 HР=2,0р/ПМ СТ= 530,0мб/ПМ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 15,0м², ВЧЕРНЕ 18,1м², ПЕРИМЕТР 11,1 м
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,9м, В ПОЧВЕ 4,2м, В БОКАХ 0,0м

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ 6,0м X = 16,0м Y = 50,0м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ЗАМКНУТАЯ, КОРРОВОВНЯ СВООД
ЖЕЛ БЕТ ЗАМКНУТ D=27,0м H=20 HР=2,0р/ПМ СТ= 482,0мб/ПМ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 19,4м², ВЧЕРНЕ 26,9м², ПЕРИМЕТР 17,2 м
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,0м, В ПОЧВЕ 0,0м, В БОКАХ 0,0м

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ, КОРРОВОВНЯ СВООД
СВП+ЦЕМЕНТАЦИЯ D= 0,0м H= 17 HР=2,0р/ПМ СТ= 352,0мб/ПМ
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ 15,0м², ВЧЕРНЕ 17,7м², ПЕРИМЕТР 11,1 м
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ 0,0м, В ПОЧВЕ 1,2м, В БОКАХ 0,0м

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ 10,0м X = 28,0м Y = 50,0м

Продж. табл. 6

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ КОРЫТОВЫЙ СВОД
ПОДАТЛИВАЯ СВЯЗ $D = 0.0M$ $N = 17$ $HR = 2.0P/PM$ $CT = 274.94B/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $15.0M^2$, ВЧЕРНЕ $17.8M^2$, ПЕРИМЕТР $11.1 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ КОРЫТОВЫЙ СВОД
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ $D = 27.0M$ $N = 20$ $HR = 1.0P/PM$ $CT = 309.94B/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $15.0M^2$, ВЧЕРНЕ $18.6M^2$, ПЕРИМЕТР $11.2 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ КОРЫТОВЫЙ СВОД
СВЯЗ+ЦЕМЕНТАЦИЯ $D = 0.0M$ $N = 19$ $HR = 1.0P/PM$ $CT = 274.94B/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $15.0M^2$, ВЧЕРНЕ $17.8M^2$, ПЕРИМЕТР $11.1 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $1.2M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

УДАЛЕНИЕ ОТ НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ $Z = 0.0M$ $X = 30.0M$ $Y = 40.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ КОРЫТОВЫЙ СВОД
ПОДАТЛИВАЯ СВЯЗ $D = 0.0M$ $N = 17$ $HR = 2.0P/PM$ $CT = 274.94B/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $15.0M^2$, ВЧЕРНЕ $17.8M^2$, ПЕРИМЕТР $11.1 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ КОРЫТОВЫЙ СВОД
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ $D = 27.0M$ $N = 20$ $HR = 1.0P/PM$ $CT = 309.94B/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $15.0M^2$, ВЧЕРНЕ $18.6M^2$, ПЕРИМЕТР $11.2 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $0.0M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

КРЕПЬ С ПРЯМЫМИ СТЕНАМИ ОТКРЫТАЯ КОРЫТОВЫЙ СВОД
СВЯЗ+ЦЕМЕНТАЦИЯ $D = 0.0M$ $N = 19$ $HR = 1.0P/PM$ $CT = 274.94B/PM$
СЕЧЕНИЕ В СВЕТУ $15.0M^2$, ВЧЕРНЕ $17.8M^2$, ПЕРИМЕТР $11.1 M$
ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИИ В КРОВЛЕ $1.2M$, В ПОЧВЕ $0.0M$, В БОКАХ $0.0M$

Условные обозначения в табл. 7 соответствуют условным обозначениям исходных данных раздела 3.

Порядок расчета

I. Определяем вероятности отказов в кровле и почве для трех вариантов крепи.

а) Крепление квершлага на всем протяжении $L = 400$ м податливой крепью, рекомендуемой на I элементе выработки.

Т а б л и ц а 7

Типы элементов выработки	Рекомендуемые варианты крепи	Нагрузки в кровле, т/м ²		Поднятие почвы, см
		на податливую крепь	на жесткую крепь	
I	L ₁ = 140 м. Сводчатая податливая СВП, 2 рамы/п.м. S(1)=19,6 м ² ; P(1)=12,4 м, КНР(1)=390 руб./п. м.	6,5	32	19
II	L ₂ = 60 м. Железобетонная замкнутая, 3 двутавра № 20 на I п. м. S(2)=21 м ² ; P(2)=18,8 м, КНР(2)= = 680 руб./п. м.	10,5	54	43
III	L ₃ = 200 м. Сводчатая бетонная крепь; S(3)= =19,6 м ² ; P(3)=12,4 м; КНР(3)=290 руб./п. м.	5,2	25	15

Периоды отказов в кровле определяем по формуле (8):

$$t_1 = 15 \text{ лет}; t_2 = \frac{10 \cdot \frac{6,5}{10,5} \cdot 3,21 - I}{108} = 0,92 \text{ года};$$

$$t_3 = \frac{10 \cdot \frac{6,5}{5,2} \cdot 3,21 - I}{108} = 92 \text{ года}.$$

Вероятность отказов в кровле определяем по формуле (7):

$$PK(I) = I - \frac{I}{400} \left(\frac{140}{15} + \frac{60}{0,92} + \frac{200}{92} \right) = 0,81$$

Периоды отказов в почве находим по формуле (9):

$$t_1 = \frac{10 \cdot \frac{65}{19} - I}{108} = 30 \text{ лет}; t_2 = \frac{10 \cdot \frac{65}{43} - I}{108} = 0,29 \text{ лет};$$

$$t_3 = \frac{10 \cdot \frac{65}{15} - I}{108} = 100 \text{ лет}.$$

Вероятность отказов в почве определяем по формуле (7):

$$PP(1) = 1 - \frac{1}{430} \left(\frac{140}{30} + \frac{60}{0,29} + \frac{200}{100} \right) = 0,47$$

б) Крепление квершлага железобетонной замкнутой крепью с жесткой арматурой. Расчетные формулы (7)-(9).

К р о в л я

$$t_1 = \frac{10}{108} - I = 100 \text{ лет}; \quad t_2 = 15 \text{ лет}; \quad t_3 = 100 \text{ лет.}$$

$$PK(2) = 1 - \frac{1}{400} \left(\frac{140}{100} + \frac{60}{15} + \frac{200}{100} \right) = 0,98.$$

Вероятность отказов при закрепленной почве принимаем равной нормативной:

$$PP(2) = P^H = 0,95.$$

в) Крепление квершлага сводчатой бетонной крепью.

К р о в л я

$$t_1 = \frac{10}{108} - I = 2,9 \text{ года}; \quad t_2 = \frac{10}{108} - I = 0,29 \text{ года};$$

$$t_3 = 15 \text{ лет.}$$

$$PK(3) = 1 - \frac{1}{400} \left(\frac{140}{2,9} + \frac{60}{0,29} + \frac{200}{15} \right) = 0,33.$$

П о ч в а

$$t_1 = 30 \text{ лет}; \quad t_2 = 0,29 \text{ лет}; \quad t_3 = 100 \text{ лет};$$

$$PP(3) = 0,47.$$

2. Согласно инструкции (см. раздел 3) подготавливаем перфокарты исходных данных для расчета по программе ОПТИМ.

На 1-ю перфокарту вводим данные, являющиеся общими для всех видов крепи.

I карта																													
NN	IB	L			IAT							IQ		M	Ц					N									
П1	П1	I3	I7																			I3	I1	P5.I					I2
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23							
3	I	4	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	9	0	I	0	2	2	.	7	0	4							

Если число занимает меньше позиций, чем на него отведено форматом, то лишние позиции заполняем нулями (например, на 1-й карте позиции 6, 13, 17, 22).

Номер карты	LBKB (I)		S (I)				P (I)				KPB (I)				PK (I)				PI (I)				C6 (I)			
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	I2		P4.I				P4.I				I4				P4.2				P4.2				P4.I			
2	0	7	I	9	.	6	I	2	-	4	0	3	9	0	0	.	8	I	0	.	4	7	0	5	.	0
3	0	4	2	I	.	0	I	8	.	8	0	6	8	0	0	.	9	8	0	.	9	5	0	0	.	0
4	0	I	I	9	.	6	I	2	.	4	0	2	9	0	0	.	3	3	0	.	4	7	0	0	.	0

Т а б л и ц а 8

Вариант	Виды усиления						Перекрепление крепи		Поддержка почвы
	анкер	набрызг-бетон	набрызг-бетон + тампонаж	С В П	бетон + тампонаж	возведение обратного свода	замкнутой	незамкнутой	
1	83,9	0,0	97,5	0,0	108,4	108,4	122,1	108,4	81,1
2	112,3	0,0	113,8	0,0	114,8	115,3	122,3	114,8	0,0
3	81,6	88,8	117,4	131,7	146,0	153,2	0,0	1525,0	81,6

На последующих картах набиваем величины, характеризующие данный вариант вида крепи. Значения величин для NN варианта заполняем на перфокарте номер (NN +1).

В данном случае имеем:

ЛВКВ(1) = 7; S(1) = 19,6 м²; P(1) = 12,4 м; КПР(1) = 390 руб./м.

РК(1) = 0,81; РП(1) = 0,47; С6(1) = 5 руб./м в год;

ЛВКВ(2) = 4; S(2) = 21 м²; P(2) = 18,8 м; КПР(2) = 680 руб./м;

РК(2) = 0,98; РП(2) = 0,95; С6(2) = 0;

ЛВКВ(3) = 1; S(3) = 19,6 м²; P(3) = 12,4 м; КПР(3) = 290 руб./м;

РК(3) = 0,33; РП(3) = 0,47; С6(3) = 0.

Результаты расчета по программе ОПТИМ выдаются в виде таблицы приведенных затрат (тыс. руб./год) по рассматриваемым трем вариантам для различных видов восстановления и перекрепления крепи (табл. 8).

Поскольку виды восстановления крепи при ее проектировании неизвестны, то выбор рационального варианта однотипной крепи производим с учетом перекрепления выработки. Анализ табл. 8 позволяет рекомендовать на участке сводчатую податливую крепь, для которой приведенные затраты минимальны и составляют 108,4 тыс. руб./год. Ближайшим по значению приведенных затрат оказывается вариант железобетонной замкнутой крепи при перекреплении ее на незамкнутую крепь. Третий вариант крепи - сводчатая бетонная крепь - оказывается совершенно неприемлемым ввиду его низкой надежности.

Приложение 2

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМЫ НЕДРА

Работа системы (рис. 1) начинается с ввода исходных данных в головной программе, имя которой совпадает с именем всей системы. В программе НЕДРА по заданной геологической колонке, координатам начала и конца выработки определяют угол встречи выработки с направлением простирания. После определения приведенных характеристик массива горных пород (подпрограмма СИГМА) для рассматриваемого расчетного сечения управление передается в программу ВЫБОР, из которой производится обращение к программе ШТРЕК. Вначале расчет по программе ШТРЕК выполняется для условий применения податливой крепи с минимальным отпором. По расчетным смещениям контура в соответствии с рекомендациями Указаний в программе ВЫБОР производится выбор рациональной формы выработки, типа и параметров крепи. Для условий применения жесткой крепи из программы ВЫБОР производится повторное обращение к программе ШТРЕК с целью определения нагрузок на крепь. Для приближенного расчета ($IST=1$) параметры крепи определяются без статического и прочностного расчетов по рекомендациям Указаний, при уточненном ($IST=2$) параметры крепи проверяются на основе статического и прочностного расчетов по программе АЛЬФА. После определения параметров крепи по программе СМЕТА вычисляются приближенные стоимостные параметры проведения и крепления выработки. Результаты расчета через АЦПУ выдаются на печать. Если выработка расположена в неоднородной среде или на нее влияют смежные и сопрягающиеся выработки, то управление вновь передается программе НЕДРА, и для нового расчетного сечения в той же последовательности расчет повторяется.

П.2.1. Программа НЕДРА

При расчете проявлений горного давления в капитальных выработках необходимо, в первую очередь, определить механические характеристики горных пород в расчетном поперечном сечении. В Указаниях принято для каждого расчетного сечения определять приведенные характеристики пород по элементам выработки: в кровле, боках и в почве.

Задача эта проста, но если учесть, что для каждого расчетного сечения выработки необходимо дополнительно выделить слои, пара-

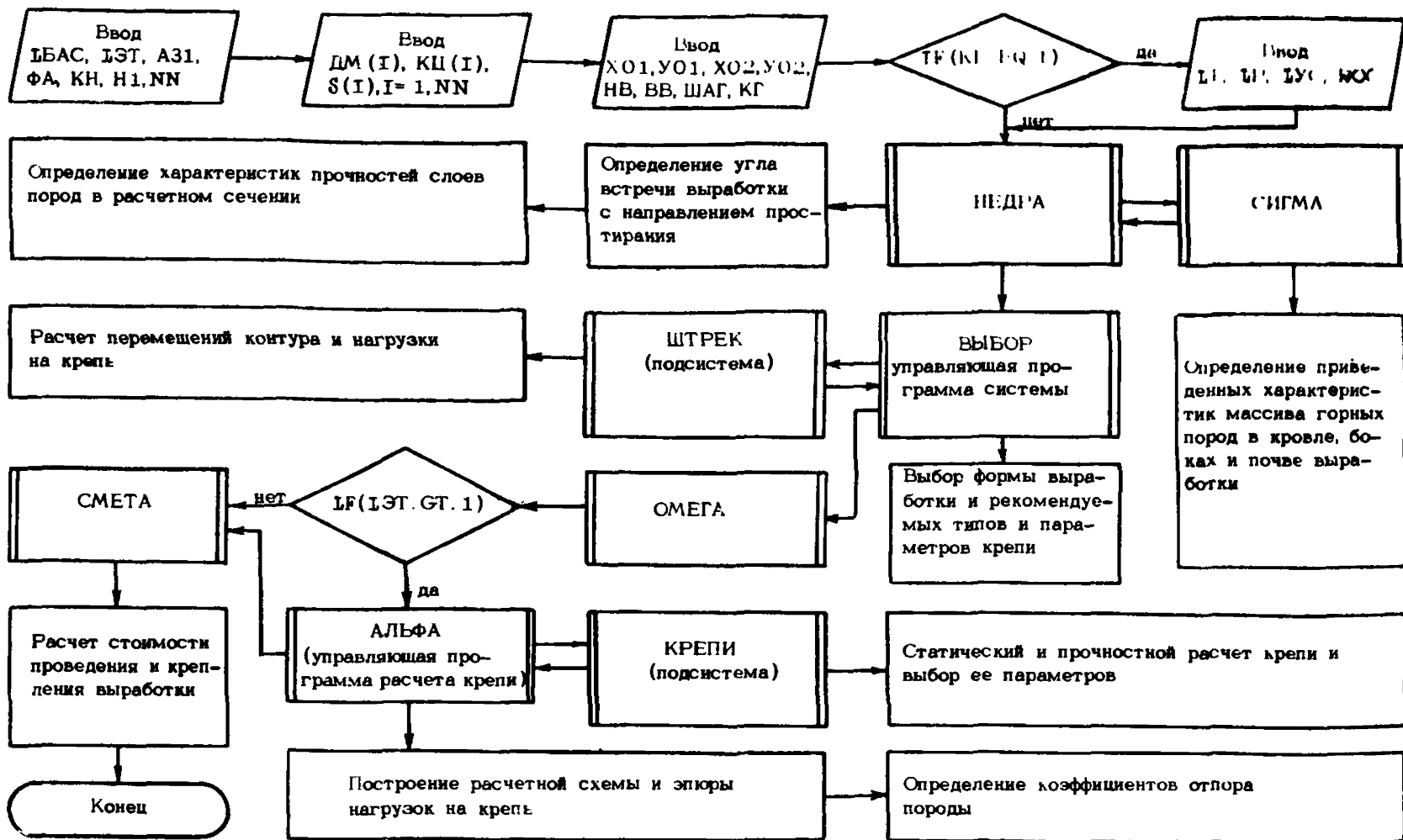


Рис. 1. Система автоматизированного проектирования капитальных выработок

метры которых используются при определении приведенных характеристик по элементам выработки, то и для традиционного проектирования автоматизация подобных расчетов представляет интерес.

При использовании автоматизированной системы проектирования, выбирая варианты расположения сети капитальных выработок, предлагается рассмотреть сотни расчетных сечений, определенные приведенных характеристик для которых без применения ЭВМ становится не-реальным.

При расчете проявлений горного давления по эмпирической методике, используемой в Указаниях, в качестве характеристики среды принят предел прочности породы на сжатие в "куске" R_c . Однако, как показали аналитические расчеты, кроме прочности на сжатие, существенное влияние на величины смещений и нагрузок на крепь оказывают характеристики паспорта прочности, литологический тип и связанная с ним различная реология горных пород.

В экспериментально-аналитическом методе (см. П.2.2), на котором основаны настоящие Рекомендации, используется целый ряд показателей механических свойств горных пород. Это, кроме прочности на сжатие, показатели объемной прочности: сцепление K и угол внутреннего трения φ ; показатели пластичности в допредельном P_1 и запредельном P_2 состоянии; деформационные характеристики: модуль упругости E , коэффициент Пуассона ν ; реологические характеристики: параметры линейно-наследственной ползучести α , δ и параметры изменения прочности во времени α_1 и f_{∞} .

Для определения приведенных показателей в Рекомендациях используются корреляционные зависимости, приводимые ниже.

Прочностные и пластические свойства массива горных пород

Для большинства горных пород условие прочности Кулона-Мора предпочтительнее. При допущении прямолинейной огибающей оно имеет вид:

$$\sigma_1 - \beta \sigma_3 = R_c, \quad (10)$$

где $\beta = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}$.

Как показал анализ опубликованных результатов испытания горных пород, характеристика объемной прочности φ (угол внутреннего трения) остается неизменной при испытаниях с различной скоростью деформирования, включая запредельное деформирование на жестких прессах.

Постоянство угла внутреннего трения для монолитных и структурно-нарушенных образцов позволяет ввести допущение о сохранении его значения и для массива горных пород. Таким образом, при построении условия прочности для массива горных пород достаточно, в первом приближении, рассчитать коэффициент структурных ослаблений f_R , определяемый отношением прочности в массиве R_M к прочности в "куске" R_C .

Коэффициент структурных ослаблений, в первую очередь, зависит от интенсивности трещиноватости, прочности контактов, направления трещин относительно главных напряжений, а также от отношения характерного размера сооружения к размеру элементарного блока породы l_T .

Г. Д. Фисенко предложена формула для определения коэффициента структурных ослаблений:

$$f_R = \frac{1}{1 + k \ln \frac{B}{l_T}}, \quad (II)$$

где B - характерный размер рассматриваемого объекта (ширина или высота); l_T - расстояние между трещинами (при двух и более системах трещин l_T - минимальное расстояние между параллельными секущими плоскостями); k - эмпирический коэффициент.

При геологических изысканиях расстояния между трещинами не всегда может быть определено с достаточной надежностью. В работе В. В. Райского и В. В. Комиссарова (ВНИИМ), выполненной на основе натуральных наблюдений, построена корреляционная зависимость расстояния между трещинами l_T от прочности в "куске" R_C . Полученный относительно большой разброс l_T при одинаковой прочности R_C объясняется не только естественным разбросом, так как расстояние между трещинами (при прочих равных условиях) зависит и от сил, вызывающих появление трещин в массиве горных пород. Поэтому при одинаковой прочности на сжатие R_C степень нарушенности отдельных районов будет различной. Для количественной оценки степени нарушенности района привлечем коэффициент дивъюнктивной нарушенности КН, введенный шахтными геологами при оценке нарушенности пластов угля. Этот коэффициент в какой-то степени содержит информацию о силах, вызвавших нарушения в пластах и боковых породах и позволяет косвенно оценить их.

Для определения корреляционной зависимости расстояния между трещинами от коэффициента нарушенности КН и прочности на сжатие R_C допустим, в первом приближении, что максимальные значения l_T , по данным натуральных наблюдений, относятся к слабонарушенным масси-

зам ($KH = 25$), а максимальные значения l_T - к сильнонарушенным массивам ($KH = 250$). В таком случае корреляционная зависимость может быть представлена в виде:

$$l_T = 1,63 \cdot 10^{-8} R_C^2 \exp(-0,02 KH) + 10^{-5} R_C (0,8 + 0,004KH) + 0,4 - 0,002KH, \quad (12)$$

где R_C - в t/m^2 ; KH - безразмерный коэффициент; l_T - в метрах^X.

При отсутствии данных непосредственных измерений зависимость (12) может быть использована для расчета коэффициента структурных ослаблений f_R по формуле (II). При этом коэффициент k , полученный коэвенно применительно к расчету устойчивости выработок, принимает значение 0,7.

Допущение о независимости коэффициента структурных ослаблений при расчете его по формуле (II) от направления главных напряжений относительно направления трещин оправдливо лишь для однородной среды при большом числе систем ослабления. Для неоднородной среды заметное влияние на коэффициент структурных ослаблений, а следовательно, и на устойчивость выработок, оказывает направление проходки относительно простирания пород или основной системы трещин. Для выработок, проходимых в направлении простирания или основной системы трещин, с учетом рекомендаций В. В. Райского и В. В. Комиссарова, принимаем поправочный коэффициент ослаблений

$$f_{III} = 0,6 + 2 \cdot 10^{-5} R_C. \quad (13)$$

Для выработок, проходимых вкрест простирания пород, $f_{III} = 1$. Исследования проявления горного давления в шахтных условиях Д. М. Басинского и Е. А. Иванова (ВНИИИ) показали, что с увеличением угла падения пород α повышается устойчивость выработок, особенно при расположении их в слабых неустойчивых породах^{XX}. По-видимому, относительное повышение устойчивости происходит вследствие зависания слабых пород между прочными. При разработке эмпирических методик эффект снижения проявлений горного давления учитывает с помощью коэффициентов влияния, вводимых в расчетные формулы для смещений и нагрузок на крепь. В качестве альтернативного подхода предлагается ввести поправочный коэффициент в расчет

^X В дальнейшем размерности величин в Рекомендациях не указаны. Принято: длина в метрах, сила - в тоннах, напряжения - в t/m^2 , углы - в градусах

^{XX} Здесь имеется в виду повышение устойчивости относительно пород той же прочности на пологом падении.

ную прочность массива горных пород, который может быть получен лишь косвенным путем. Для его определения введена функциональная зависимость, коэффициенты которой определяют из условия совпадения расчетных перемещений контура выработки с результатами шахтных измерений:

$$f_{\alpha} = \exp\left(\frac{\alpha A_G}{400}\right), \quad (14)$$

где
$$A_G = \frac{\gamma H}{R_C f_R}; \quad (15)$$

γ — объемный вес, принимаемый при составлении программ равным 2,6 т/м³; H — глубина расположения выработки; α — угол падения; f_R — определяем по формуле (II) при $k = 0,7$.

Окончательно прочность массива горных пород рекомендуется определять по формуле:

$$R_M = R_C f_w, \quad (16)$$

где
$$f_w = \frac{f_w f_{\alpha} f_{сп}}{1 + 0,7 \frac{B}{l_w} \frac{B}{l_T}}. \quad (17)$$

В формулу (17) дополнительно введен эмпирический поправочный коэффициент $f_{сп}$, учитывающий способ проходки. При проходке выработок комбайном принимаем $f_{сп} = 1$. При буровзрывном способе проходки поправочный коэффициент рекомендуется определять по формуле:

$$f_{сп} = 1 - \exp(-A_G). \quad (18)$$

При этом способ проходки оказывает большее влияние в прочных, устойчивых породах.

Эмпирические формулы (16) и (17) позволяют учесть несовершенство используемой в экспериментально-аналитическом методе осесимметричной расчетной схемы и согласовать вычисляемые значения смещений и нагрузок на крепь с данными шахтных замеров.

Показатели пластичности

Отождествление условий прочности и пластичности при аналитическом решении задач по определению устойчивости выработок справедливо лишь для хрупких пород. При существенном отклонении деформаций на пределе упругости ϵ^y от деформаций на пределе прочности $\epsilon_I^п$ переход пород на контуре выработки в пластическое состояние не приводит к их разрушению.

Породы на контуре выработок не разрушаются вплоть до момента реализации предельных пластических деформаций. Критерий прочности для пластических пород предложен Н. С. Бульчевым^х

$$\varepsilon_1 \leq R_M \frac{\Pi_1}{E}, \quad (19)$$

где ε_1 – полные деформации в направлении действия главных напряжений; Π_1 – показатель пластичности, равный отношению полных и упругих деформаций на пределе прочности R_M до перехода пород в запределное состояние; E – модуль упругости.

При отсутствии данных прямого определения показателя пластичности Π_1 , в первом приближении, его можно принять для песчаника равным 1,1, алевролита 1,5, аргиллита 2, глины 20 и угля 1,05.

С использованием критерия (19) определяем размер зоны неупругих деформаций, в которой не наблюдается разрушения пород.

Подобно критерию (19) можно ввести критерий предельных деформаций ε_1^* , при которых происходит разрушение пород и неустойчивое их деформирование:

$$\varepsilon_1^* \leq R_M \frac{\Pi_2}{E}, \quad (20)$$

где Π_2 – показатель пластичности в запределном состоянии, равный отношению предельных деформаций, при достижении остаточной прочности R_* , к упругим деформациям ε^y на пределе прочности.

С использованием показателя пластичности Π_2 определяем вероятность появления разрушений пород на контуре выработки.

В связи с трудностью получения сведений о запределном деформировании массива горных пород введем гипотезу о пропорциональном снижении прочности по мере увеличения коэффициента разрыхления k_p до предельного значения k_p^{Π} . Данные испытаний образцов на жестких прессах (В. Т. Глушко, Г. Т. Кирничанский – ИГТМ АН УССР) свидетельствуют, что коэффициент снижения прочности может быть принят в виде:

$$f_k = \exp \left[- \frac{4 (k_p - 1)}{k_p^{\Pi} - 1} \right]. \quad (21)$$

При отсутствии данных прямых испытаний предельное значение коэффициента разрыхления принимаем в зависимости от типа пород: для глины $k_p^{\Pi} = 1,05$, угля – 1,1, для песчаника, алевролита и аргиллита по формуле:

$$k_p^{\Pi} = k_1^{\Pi} (1,2 - 0,25 \cdot 10^{-4} R_0), \quad (22)$$

^х Бульчев Н. С., Амусин Б. З., Оловянный А. Г. Расчет крепи капитальных горных выработок. М., "Недра", 1974, 320 с.

где $k_I^П$ - предельный коэффициент разрыхления при прочности $R_c = 5000 \text{ т/м}^2$, принимаемый для песчаника равным 1,05, алевролита 1,1, аргиллита 1,2. Значение $k_p^П$ не должно быть меньше 1 и больше 1,3. В некоторых случаях полную диаграмму деформирования можно аппроксимировать линейными участками, что позволяет получить простое и точное решение задачи об устойчивости выработок^х.

Упругие и реологические свойства массива горных пород

Модуль упругости E и коэффициент Пуассона ν определяются в основном на образцах малых размеров. Единичные испытания в массиве горных пород по определению прочности на сжатие и модуля упругости с параллельным определением соответствующих характеристик в "куске", позволяют сделать вывод о том, что структурные ослабления массива горных пород больше оказываются на уменьшении прочности, чем модуль упругости. Такой вывод позволяет в первом приближении, при отсутствии данных прямых испытаний использовать для определения модуля упругости массива горных пород корреляционные зависимости из "Каталога показателей прочности и деформируемости породных образцов угольных месторождений" (ВНИМИ, 1973), подставив в них вместо прочности образцов R_c прочность массива $R_M = R_c f_R$:

$$E = \alpha f_R R_c + b. \quad (23)$$

Коэффициенты α и b , входящие в корреляционную зависимость и полученные по двенадцати месторождениям СССР для трех литологических типов пород, приведены в табл. 9.

Т а б л и ц а 9

Породы	$\alpha \cdot 10^{-3}$	$b \cdot 10^{-6}$	Надёжный диапазон корреляции $R_c, \text{ т/м}^2$
Песчаники	0,226	1,22	6000-20000
Алевролиты	0,245	1,24	2500-9500
Аргиллиты			
при сжатии по нормали			
к напластованию	0,242	0,16	2000-8000
вдоль напластования	0,585	0,95	2000-8000

^х Амосин Б. В., Кошелёв В. Ф., Линьков А. М. Расчет средних нагрузок на крепи горных выработок с учетом запредельного деформирования. - "Труды ВНИМИ", 1977, сб. 103, с. 40-46.

Об учете запредельных деформаций при расчетах параметров крепи. (авт.: Амосин Б. В., Ардашев К. А., Кошелёв В. Ф., Линьков А. М.). ФТПРПИ, 1979, № 3.

Коэффициент Пуассона не оказывает существенного влияния на расчетные значения смещений и нагрузок на крепь. Поэтому с целью упрощения в расчетах принят средний коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$.

Реологические свойства горных пород

В зависимости от соотношения механических характеристик горных пород и величины напряжений реологические свойства проявляются неоднозначно. До определенного уровня напряжений $(0,5-0,8)R_c$ (для различных пород) проявляются лишь свойства вязкоупругости. При дальнейшем увеличении напряжений проявляются вязкопластические свойства. При расчете проявлений горного давления вязкоупругие свойства реализуются лишь в зоне упругих деформаций, при этом вместо временных операторов и их функций можно воспользоваться переменными модулями (Б. З. Амусин, А. М. Диньков - сб. ВНИИМ, № 88, 1973):

$$E_t = \frac{E}{1 + \Phi_t}; \quad (24)$$

$$\nu_t = 0,5 - \frac{0,5 - \nu}{1 + \Phi_t}; \quad (25)$$

$$G_t = \frac{E}{2 (1 + \nu + 1,5\Phi_t)}; \quad (26)$$

$$\Phi_t = \frac{\delta t}{1 - \alpha} \cdot \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha}. \quad (27)$$

Параметры α и δ устанавливаются в процессе длительных испытаний горных пород в режиме неизменяемой во времени нагрузки (ползучесть) или в режиме постоянной деформации (релаксация). При отсутствии данных прямых испытаний рекомендуется воспользоваться корреляционными зависимостями^х:

$$\delta = \alpha \cdot 10^{-3} - b \cdot E \cdot 10^{-9} \quad (28)$$

Порода	α	b
Песчаник	3,36	0,56
Алевролит	6,65	1,39
Аргиллит	12,5	2,88
Уголь	4,73	6,90

^х Амусин Б. З., Карелин Н. Н. Корреляционные зависимости реологических свойств основных углевмещающих пород и угля от модуля упругости. - В кн.: Устойчивость и крепление горных выработок. Л., ЛГИ, 1976, вып. 3, с. 78-82.

При подсчете функций ползучести по формуле (27) с использованием корреляционной формулы (28) время принимается в секундах, $\delta = 0,5$, $\alpha = 0,7$.

При напряжениях выше предела вязкоупругости дальнейшее вязкопластическое деформирование может быть учтено введением в условие прочности функции снижения прочности:

$$\sigma_1 - \beta \sigma_3 = f_w f_k f_t R_{G_i}, \quad (29)$$

где f_w определяем по формуле (17), f_k - (21), а функция снижения прочности f_t :

$$f_t = f_\infty + (1 - f_\infty) \exp(-\alpha_1 t), \quad (30)$$

где t - время, сут; параметры f_∞ и α_1 при отсутствии данных прямых испытаний могут быть приближенно приняты:

$$f_\infty = 0,7, \quad \alpha_1 = 0,01^I/\text{сут}.$$

На основе корреляционных формул, приведенных выше, составлена программа СИГМА, блок-схема которой не приведена ввиду ее простоты.

По программе СИГМА, являющейся вспомогательной к головной программе системы НЕДРА, последовательно вычисляются основные механические характеристики массива горных пород для каждого слоя. Приведенные характеристики определяются последовательным приведением по формуле:

$$\bar{A} = \frac{A_I}{\frac{m_1}{m_1 + m_2} + \left(1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\right) \frac{A_I}{A_2}}, \quad (31)$$

где A - параметр, принимающий поочередно значения R_M , E , δ , Π_I , k_p^Π , f_∞ , $R_G \varphi$; \bar{A} - соответствующая приведенная характеристика; m_I , A_I , m_2 , A_2 - мощность и приведенная характеристика I-го и 2-го слоя соответственно.

Расчетные мощности, в пределах которых осуществляется приведение характеристик слоев в кровле m_k , боках m_G и почве m_Π , принимаем в соответствии с Указаниями:

$$m_k = m_G + 1,5b; \quad m_G = h; \quad m_\Pi = m_G + b, \quad (32)$$

где b , h - ширина и высота выработки соответственно.

Основная задача, реализуемая программой НЕДРА, состоит в установлении угла встречи выработки с направлением простирания пород ψ , количества слоев в пределах расчетных мощностей m_k , m_G , m_Π и приведенных характеристик в кровле, боках и почве выработки по заданным: геологической колонке с указанием мощности каждого слоя m_i , литологическому типу породы, ее прочности на сжатие R_{G_i} азимуту падения ω , глубине расположения выработки $Z = H$, координатам

натам ее начала XO1, YO1 и конца XO2, YO2, а также габаритам выработки в свету HB, BB, HГ. Расчетная схема задачи представлена на рис. 2.

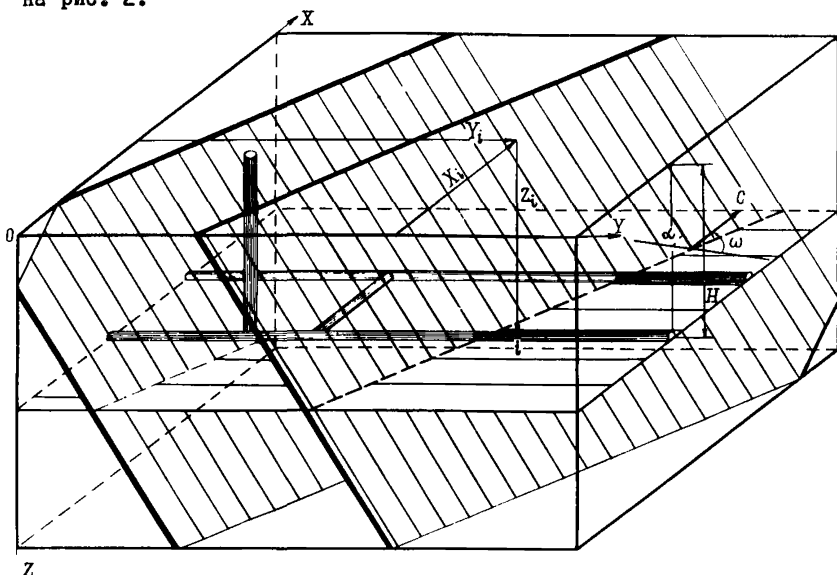


Рис. 2. Расчетная схема к программе НЕДРА

Работа программы НЕДРА (рис. 3) начинается с ввода исходных данных. Последовательность ввода исходных данных и расшифровка их приведены в разделе 2, поэтому здесь их не рассматриваем.

После ввода исходных данных вычисляется угол встречи оси выработки с направлением простирания Ψ :

$$\Psi = \arctg \left| \frac{\cos \omega + \operatorname{tg} \varepsilon \sin \omega}{\sin \omega - \operatorname{tg} \varepsilon \cos \omega} \right|, \quad (33)$$

где ε - угол от оси OX (ось OX совпадает с направлением на север) до направления выработки, определяемый по формуле:

$$\varepsilon = \arctg = \frac{YO2 - YO1}{XO2 - XO1} \quad (34)$$

Далее из заданной геологической колонки выделяются слои, попадающие в соответствующие расчетные мощности. При этом используются формулы для определения координат точки пересечения плоскости i -того слоя (X_i, Y_i) с осью выработки по почве:

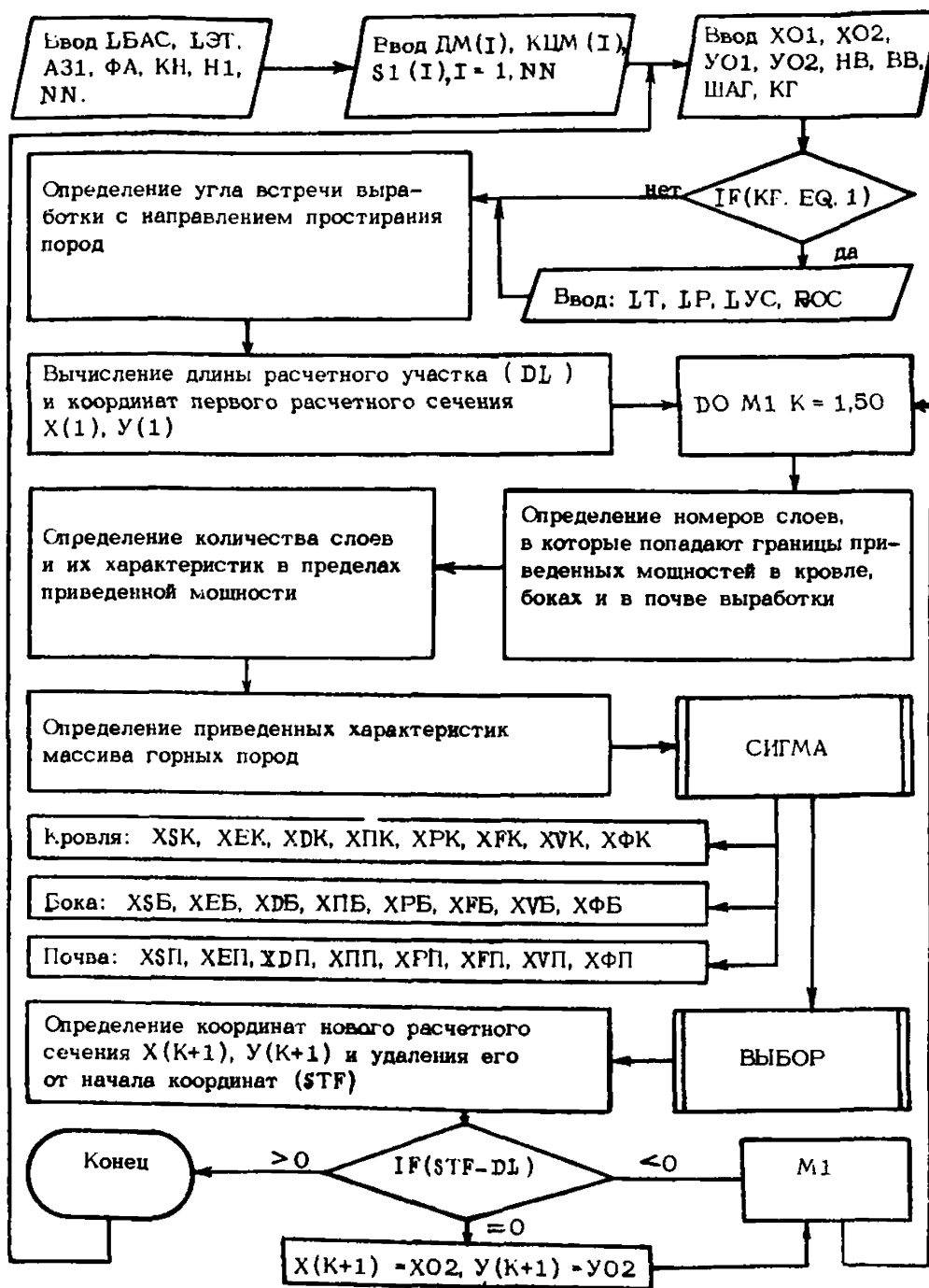


Рис. 3. Блок-схема программы НЕБРА

$$X_i = - \frac{(Y_{01} - X_{01} \operatorname{tg} \delta) \sin \alpha \cdot \sin \omega + (H - h_i) \cos \alpha}{\sin \alpha \cdot \cos \omega + \sin \alpha \cdot \sin \omega \cdot \operatorname{tg} \delta};$$

$$Y_i = \frac{(Y_{01} - X_{01} \operatorname{tg} \delta) \sin \alpha \cdot \cos \omega + (H - h_i) \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \delta}{\sin \alpha \cdot \cos \omega + \sin \alpha \cdot \sin \omega \cdot \operatorname{tg} \delta}, \quad (35)$$

где h_i — координата по оси OZ для i — того контакта слоев; H — глубина расположения выработки (до почвы).

Вывод расчетных формул (33) и (35) приведен в работе Амузина Б. З. и др. "Геометризация физико-механических свойств горных пород с применением ЭВМ" ("Шахтное строительство", 1978, № 10). Здесь же предложен подход к геометризации свойств горных пород в случае искривления слоев.

После определения приведенных характеристик горных пород по программе СИГМА последовательно для кровли, боков и почвы (прочности массива горных пород: XSK, XSB, XSP; модуля упругости: XEK, XEB, XEP; коэффициента ползучести: XDK, XDB, XDP; показателя пластичности: XPK, XPB, XPP; предельного коэффициента разрыхления: XPK, XPB, XPP; коэффициента длительной прочности: XFK, XFB, XFP; прочности в "куске": XVB^X; угла внутреннего трения XФК, XФБ, XФП) производится обращение к программе ВЫБОР и переход к новому расчетному сечению. После окончания расчетов по всей длине выработки, сопряжения или камере производится ввод новых исходных данных по следующей выработке. Перед тем как перейти к программе ВЫБОР останемся на алгоритме и блок-схеме программы ШТРЕК.

П.2.2. П р о г р а м м а ШТРЕК

Программа ШТРЕК предназначена для расчета проявления горного давления в одиночных выработках, в выработках на участках сопряжений и в камерах. Алгоритм программы ШТРЕК основан на экспериментально-аналитическом методе, элементы которого рассмотрены ниже.

Постановка задачи

Выработка некругового очертания одиночная (на участке сопряжения, смежная или камера) расположена на глубине H от поверхности (при $H \gg r_0$, где r_0 — средний радиус поперечного сечения выработки) под углом ψ к направлению простирания в неоднородном наклонно-слоистом (угол падения пород α) массиве горных пород.

Проявления горного давления в выработках рассчитывают с использованием экспериментально-аналитического метода, в основе которого

^X Прочность в "куске" пород со стороны боков выработки используется в программе СМЕТА при определении стоимости проведения выработки.

лежит приближенное аналитическое решение осесимметричной вязкоупругопластической задачи для протяженной выработки с условием прочности (29), позволяющем учесть запредельное деформирование горных пород во времени. Согласование принятой при аналитическом решении задачи несовершенной расчетной схемы с постановкой общей задачи осуществляется с использованием эмпирических корректирующих коэффициентов, которые вводят при описании механических свойств (при учете нарушенности среды формулы (II), (I2), при учете направления проведения выработки относительно простираения формула (I3), угла падения - выражение (I4), способа проведения выработки - зависимость (I8) и неоднородности среды - (3I) и напряженного состояния (при учете влияния забоя, при расчете проявлений горного давления в камерах, смежных и сопрягающихся выработках, а также при необходимости учета тектонических составляющих напряжений массива горных пород).

Погрешность, возникающая при расчете смещений от замены в расчетной схеме реального некругового очертания поперечного сечения выработки круговым, для большинства условий, представляющих практический интерес, является незначительной.

Однако нагрузки на крепь могут существенно изменяться при отклонении очертания крепи от кругового . Поэтому в экспериментально-аналитическом методе, в дополнение к указанным выше корректирующим коэффициентам, при определении нагрузок на крепь вводим приведенную жесткость системы "крепь-забутовка" (75), зависящую от очертания крепи, изменения жесткости крепи по периметру, размеров и податливости забутовки. Ниже рассмотрены основные элементы экспериментально-аналитического метода.

Расчет напряженно-деформированного состояния вблизи одиночных протяженных выработок

Р а с ч е т н а я с х е м а. Выработка кругового очертания радиуса r_0 , по контуру которого приложен отпор крепи p_0 , пройдена в однородном массиве горных пород при гидростатическом поле начальных напряжений.

В общем случае, в зависимости от относительного уровня напряжений A_0 и соотношения показателей пластичности Π_1 и Π_2 , вокруг выработки может образоваться три зоны неупругих деформаций (рис.4):

A_3 - зона пластических деформаций пород без разрушения, внешней границей которой ($r = r_3$) является область упругих деформаций В. Внутреннюю границу ($r = r_2$) определяем из критериального условия (I9). Так как для большинства пластичных пород характерны

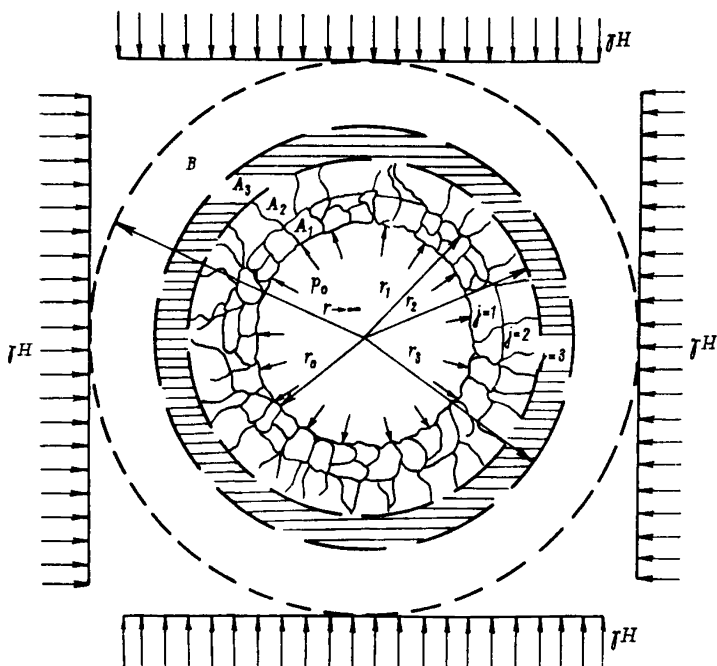


Рис. 4. Расчетная схема

деформации формоизменения, то в зоне A_3 принято условие несжимаемости.

A_2 - зона интенсивного развития трещин на ниспадающей ветви кривой деформирования. Внешняя граница зоны A_2 совпадает с внутренней зоны A_3 ($r = r_2$), а внутреннюю границу зоны A_2 ($r = r_1$) определяем из условия достижения на ней предельного коэффициента разрыхления k_p^{II} . В зоне A_2 происходит увеличение объема пород.

A_1 - зона разрушенных пород, ограниченная радиусом выработки. Породы в этой зоне не претерпевают дальнейшего разрыхления, поэтому в зоне A_2 принято условие несжимаемости.

Относительные размеры зон неупругих деформаций и перемещения контура выработки определяем соответственно из условия непрерывности радиальных напряжений и перемещений на границах зон.

Породы в области неупругих деформаций подчиняются обобщенному условию прочности Кулона-Мора (29), которое для осевой симметрии и при введении некоторых упрощающих обозначений имеет вид:

$$\sigma_{\theta}^* - (I + \omega_j) \sigma_2^* = 0, \quad (36)$$

где $\omega_j = \frac{2 \sin \varphi_j}{1 - \sin \varphi_j}$; $\sigma^* = \sigma + \frac{R_M f_{\xi} f_{\kappa}}{\omega}$; $p^* = p + \frac{R_M f_{\xi} f_{\kappa}}{\omega}$; $R_M = f_{\omega} R_c$; $j = \begin{cases} 1 - \text{для зоны } A_1, \\ 2 - \text{для зоны } A_2, \\ 3 - \text{для зоны } A_3. \end{cases}$

Функция снижения прочности f_{κ} для зоны A_3 принимает значение, равное 1, для зоны A_2 - определяется по формуле (2I), для A_1 по формуле: $f_{\kappa} = R_*/R_M$, где R_* - остаточная прочность массива горных пород.

Подставляя условие (36) в уравнение равновесия определим напряжения в области неупругих деформаций:

$$\sigma_{r_j}^{*n} = p_{j-1}^* \left(\frac{r}{r_{j-1}} \right)^{\omega_j}; \quad \sigma_{\theta_j}^{*n} = (1 + \omega_j) \sigma_{r_j}^{*n}. \quad (37)$$

В упругой области распределение напряжений описывается известной зависимостью:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_r^{*y} \\ \sigma_{\theta}^{*y} \end{matrix} \right\} = C \left(1 \mp \frac{D}{r^2} \right). \quad (38)$$

Используя условие на бесконечной границе области при $r \rightarrow \infty$ $\sigma_r^{*y} = \sigma_{\theta}^{*y} = p^*$, получим $C = p^* = N_{\Gamma} + \frac{R_M f_{\xi}}{\omega_3}$.

Напряжения в упругой области на упруго-пластической границе ($r = r_3$) должны удовлетворять условию прочности (36). При подстановке зависимости (38) в условие (36) определяем вторую константу D . Окончательно, напряжения в упругой области определяем зависимостями:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_r^{*y} \\ \sigma_{\theta}^{*y} \end{matrix} \right\} = p^* \left[1 \mp \sin \varphi_3 \left(\frac{r_3}{r} \right)^2 \right]. \quad (39)$$

Используя далее условие непрерывности радиальных напряжений на упругопластической границе $r = r_3$: $\sigma_r^y = \sigma_{r_3}^n$, определим относительный размер зоны пластических деформаций A_3 :

$$Z_3 = \frac{r_3}{r_2} = \left[\frac{p^* (1 - \sin \varphi_3)}{p_2^*} \right]^{\frac{1}{\omega_3}}. \quad (40)$$

Из аналогичного условия на границе зон A_3 и A_2 : $\sigma_{r_3}^n = \sigma_{r_2}^n$ при $r = r_2$ или, с учетом обозначений к формуле (36), из условия:

$$\sigma_{r_3}^{*n} - \frac{R_M f_{\xi}}{\omega_3} = \sigma_{r_2}^{*n} - \frac{R_M f_{\xi} f_{\kappa}}{\omega_2},$$

определим относительный размер зоны A_2 :

$$Z_2 = \frac{r_2}{r_1} = \left[\frac{p_2^*}{p_1^*} - \frac{R_m f_t}{p_1^* \omega_3} + \frac{R_m f_t f_k}{p_1^* \omega_2} \right] \frac{1}{\omega_2}. \quad (41)$$

Это выражение в частном случае при подстановке в него p_2^* из формулы (40) при условии $Z_3 = 1$ и нулевом сцеплении ($k_2 = 0$) после некоторых преобразований в точности совпадает с формулой Ю. М. Либермана:

$$Z_2 = \left[\frac{2 \Gamma H - R_c}{(\omega_3 + 2) p_0} \right] \frac{1}{\omega_2}.$$

Относительный размер зоны A_I определим из условия непрерывности напряжений $\sigma_{r_2}^n = \sigma_{r_1}^n$ на границе $r = r_1$:

$$Z_1 = \frac{r_1}{r_0} = \left(\frac{p_1^* \frac{R_* f_t}{\omega_1} - \frac{R_m f_t f_k}{\omega_2}}{p_0 + \frac{R_* f_t}{\omega_1}} \right) \frac{1}{\omega_1}. \quad (42)$$

Из условия (42) видно, что при остаточной прочности $R_* = 0$ незакрепленная выработка существовать не может.

Расчет деформированного состояния

В упругой области деформации определяются из уравнений связи для плоского деформированного состояния:

$$\varepsilon_\theta^y = \frac{1}{2G} \left[(I - \nu) \sigma_\theta - \nu \sigma_r \right]. \quad (43)$$

Подставляя в уравнение (43) выражения (39) для упругих напряжений на границе ($r = r_3$) за вычетом снимаемых напряжений, существовавших в массиве до образования выработки, получим:

$$\varepsilon_\theta^y = \frac{p^*}{2G} \left(\frac{r_3}{r} \right)^2 \sin \varphi_3. \quad (44)$$

В области В предполагается развитие вязкоупругих деформаций, которые в соответствии с методом переменных модулей^х учитываются заменой в уравнении (44) упругой константы G переменным модулем сдвига ϵ_t (26).

^х Обоснованы в работе Амусина Б. З., Линькова А. М. Об использовании переменных модулей для решения одного класса задач линейно-наследственной ползучести. - "Изв. АН СССР, МТТ", 1974, № 6, с. 162-166.

При определении деформаций в пластической области обычно используются два условия: либо условие несжимаемости:

$$\varepsilon_r + \varepsilon_\theta = 0, \quad (45)$$

либо разрыхления. В последнем случае деформации определяются из ассоциированного закона течения:

$$\varepsilon_i^n = \xi \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma_i}, \quad (i = 1, 2) \quad (46)$$

где индексы 1, 2 соответствуют в плоской осесимметричной задаче направлениям r и θ ; Φ — пластический потенциал, в качестве которого принимаем условие прочности. Для условия (29) имеем:

$$\varepsilon_{\theta j}^n = \xi; \quad \varepsilon_{r j}^n = -\xi(1 + \omega_j); \quad \varepsilon_z = 0. \quad (47)$$

Если результаты испытания горных пород на жестких прессах приводят к разрыхлению, отличному от описываемого ассоциированным законом течения, то в соотношениях (47) при определении деформаций $\varepsilon_{r j}^n$; вместо множителя $(1 + \omega_j)$ вводим коэффициент поперечных деформаций ν^n , полученный из эксперимента.

При известных соотношениях между ε_r и ε_θ деформации определяем интегрированием уравнения совместности деформаций. Для условия несжимаемости получим:

$$\varepsilon_{\theta j}^n = -\varepsilon_{r j}^n = \frac{C_j}{r^2}; \quad (48)$$

для условия (46):

$$\varepsilon_{\theta j}^n = \frac{C_j}{E} \left(\frac{r_j}{r} \right)^{\omega_j + 2}; \quad \varepsilon_{r j}^n = -\nu^n \varepsilon_{\theta j}^n. \quad (49)$$

Постоянные интегрирования C_j определяем из условия непрерывности радиальных перемещений на границах зон. Известное соотношение $U = \varepsilon_\theta r$ позволяет использовать вместо условия непрерывности радиальных перемещений условие непрерывности деформаций ε_θ .

Окончательно неупругие деформации определяем:

$$\text{в зоне } A_3: \quad \varepsilon_{\theta 3}^n = \frac{p^* \sin \varphi_3}{2 G_3} \left(\frac{r_3}{r} \right)^2; \quad \varepsilon_{r 3}^n = -\varepsilon_{\theta 3}^n; \quad (50)$$

в зоне A_2 :

$$\varepsilon_{\theta 2}^n = \frac{p^* \sin \varphi_3}{2 G_2} \cdot Z_3^2 \cdot \left(\frac{r_2}{r} \right)^{\omega_2 + 2};$$

$$\varepsilon_{r 2}^n = -\nu_2^n \varepsilon_{\theta 2}^n; \quad (51)$$

$$\text{в зоне } A_I: \quad \varepsilon_{\theta 1}^n = \frac{p^* \sin \varphi_3}{2G_t} Z_3^2 \cdot Z_2^{\omega_2+2} \cdot \left(\frac{r_1}{r}\right)^2;$$

$$\varepsilon_{r_1}^n = -\varepsilon_{\theta 1}^n. \quad (52)$$

Относительный размер зоны A_3 определим из условия достижения на контуре $r = r_2$ предельных деформаций $\varepsilon_{\theta 3}^n$. Приравнявая выражения (19) и (50), получим:

$$Z_3 = \sqrt{\frac{2G_t \Pi_1}{E \sin \varphi_3} \cdot \frac{R_M}{p^*}} \quad (53)$$

или

$$Z_3 = \sqrt{\frac{\Pi_1}{(1 + \nu + 1,5 \Phi_t) \sin \varphi_3 \left(\frac{f_H}{R_M} + \frac{f_t}{\omega_3}\right)}} \quad (54)$$

Если подкоренное выражение в формуле (53) окажется меньше 1, то это означает, что зона A_3 не образуется и для дальнейших расчетов принимается $Z_3 = 1$.

Внутреннюю границу зоны A_2 ($r = r_1$) находим из условия достижения на ней коэффициента разрыхления k_p предельного значения k_p^n . При этом коэффициент разрыхления определяем по формуле:

$$k_p = I + \varepsilon_{\theta 2} + \varepsilon_{r 2} = I + (\nu 2^{\Pi} - I) \varepsilon_{\theta 2}, \quad (55)$$

где $\nu 2^{\Pi}$ при использовании ассоциированного закона течения принимает значение $I + \omega_2$.

Таким образом, предельные деформации на контуре $r = r_1$ определяем из условия:

$$\varepsilon_{\theta 2}^n \leq \frac{k_p^n - I}{\nu 2^{\Pi} - I}. \quad (56)$$

Подставляя в формулу (56) выражение (51) при $r = r_1$, получим:

$$Z_2 = \left(\frac{k_p^n - I}{\nu 2^{\Pi} - I} \cdot \frac{2G_t Z_3^{-2}}{p^* \sin \varphi_3} \right)^{\frac{1}{\omega_2+2}}. \quad (57)$$

С другой стороны, Z_2 определяем выражением (41). Приравнявая (57) и (41), находим p_1^* :

$$p_1^* = \frac{p_2^* + \frac{R_M f_t f_k}{\omega_2} - \frac{R_* f_t}{\omega_3}}{\left(\frac{k_{p r}^n - I}{\nu 2^{\Pi} - I} \cdot \frac{2G_t Z_3^{-2}}{p^* \sin \varphi_3} \right)^{\frac{\omega_2}{\omega_2+2}}}. \quad (58)$$

Значение p_2^* определяем из выражения (40):

$$p_2^* = \frac{p^*(1 - \sin \varphi_3)}{Z_3^{\omega_3}} \quad (59)$$

Смещения пород на границах зон A_3, A_2, A_1 определяем из формул (50) - (52) при условии $U = \epsilon_0 r$.

При $r = r_0$

$$U_0 = \frac{p^* \sin \varphi_3}{2G_t} r_0 Z_3^2 Z_2^{\omega_2+2} Z_1^2; \quad (60)$$

$$\text{при } r = r_1 \quad U_1 = U_0 Z_1^{-1}; \quad (61)$$

$$\text{при } r = r_2 \quad U_2 = U_1 Z_2^{-(\omega_2+1)}; \quad (62)$$

$$\text{при } r = r_3 \quad U_3 = U_2 Z_3^{-1} = \frac{p^* \sin \varphi_3}{2G_t} r_3. \quad (63)$$

Расчет нагрузок на крепь

Величину средней нагрузки на крепь при использовании расчетной схемы (см. рис. 4) определяем из уравнения совместности радиальных смещений породы и крепи на контуре выработки:

$$U_M(\gamma H, t, p_0) - U_M(\gamma H, t_I) = U_K(p_0), \quad (64)$$

где $U_M(\gamma H, t, p_0)$ - радиальное смещение контура выработки к моменту времени t при совместной работе крепи с массивом горных пород; $U_M(\gamma H, t_I)$ - радиальное смещение контура выработки к моменту введения крепи в работу (t_I); $U_K(p_0)$ - радиальное смещение контура крепи от нагрузки p_0 .

Уравнение (64) нелинейно относительно p_0 , и его решение обычно строится графически по способу Б. В. Матвеева.

Строится кривая $U_M(\gamma H, t, p_0)$, обозначенная цифрой 1 (рис. 5) и из точки на оси абсцисс $U_M(\gamma H, t_I)$ проводится линия 2 (см. рис. 5), положение которой характеризуется жесткостью крепи k :

$$p_0 = k U_K. \quad (65)$$

Ордината точки их пересечения определяет отпор крепи p_0 , абсцисса - смещение контура выработки $U_M(\gamma H, t, p_0)$ к моменту времени t_i . Обычно такие построения выполняют для момента $t \rightarrow \infty$, при этом в связи с допущением о невесомости среды нагрузка на крепь принимается равной отпору крепи p_0 . В связи с этим для однородной среды при одинаковой технологии и жесткости крепи нагрузка в почве оказывается равной нагрузке в кровле, что не согласуется с данными натурных замеров.

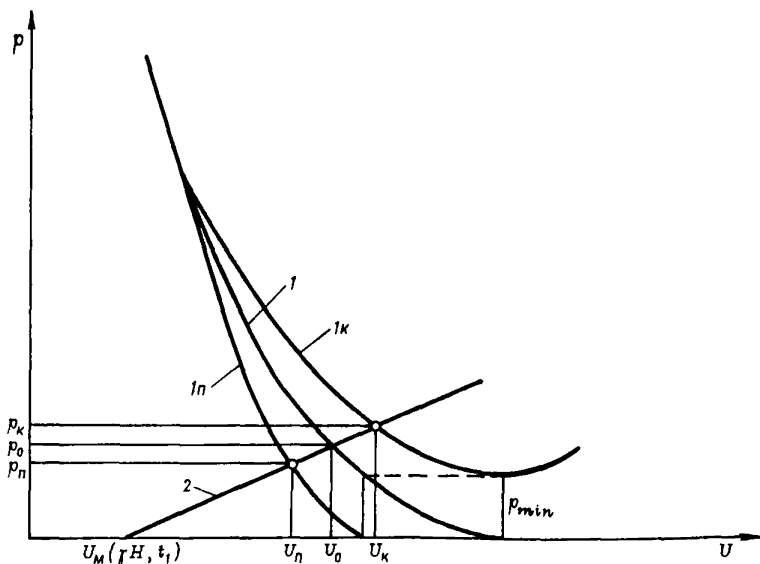


Рис. 5. Графическое определение нагрузки на крепь и смещений контура выработки

Для уточнения расчетной методики предлагаем приближенную оценку влияния весомости среды, которая сводится к увеличению нагрузки на крепь в кровле на величину

$$P_k = P_0 + P_{min}, \quad (66)$$

$$\text{где } P_{min} = \gamma r_0 \left(\frac{r_2}{r_0} - 1 \right) \quad (67)$$

и уменьшению ее в почве:

$$P_{II} = P_0 - P_{min}. \quad (68)$$

При построении кривой $U_M (\gamma H, t, p_0)$ вместо отпора крепи p_0 на графике откладываем значения p_k для кровли (1к на рис. 5) и p_{II} для почвы (1п на рис. 5). Абсциссы же при этом (смещения) сохраняют свое значение, соответствующее p_0 . При $p_k = p_{min}$, т. е. при нулевом отпоре крепи p_0 , кривая 1к имеет минимум. Кривая 1п пересекает ось абсцисс при значении $p_0 = p_{min}$. Уменьшение фактического отпора крепи в кровле и увеличение его в почве учитываем при расчете проявлений горного давления.

В Рекомендациях предусматривается численное решение уравнения (64). Нагрузку на крепь при этом определяем шагами по времени из уравнения

$$U_0(t_{i+1}) - U_0(t_i) = \frac{p(t_{i+1}) - p(t_i)}{\bar{k}(t_i)}, \quad (69)$$

где $U_0(t_{i+1})$ и $U_0(t_i)$ - смещения внутреннего контура выработки соответственно для моментов t_{i+1} и t_i , определяемые по формуле (66) при отпоре крепи $p_0 = p_k - p_{min}$ или $p_0 = p_{II} + p_{min}$.

В случае образования зоны разрушенных пород рассматриваем ее как забутовку, а на следующем шаге по времени радиус выработки r_0 изменяется на r_1 .

Нагрузку на крепь $p(t_{i+1})$ и $p(t_i)$ определяем по формулам (66) и (68).

До момента $t_i < t_1$ (где t_1 - время ввода крепи в работу) нагрузку на крепь принимаем равной p_{min} в кровле и нулю в почве. Отпор крепи при этом в кровле принимаем равным нулю, а в почве $p_0 = p_{min}$. В формуле (69) $\bar{k}(t_i)$ - приведенная жесткость системы "крепь-забутовка".

Жесткость крепи определяем в зависимости от конструкции крепи (монолитная, сборная с прокладками в стыках), относительной кривизны крепи f/l (где f - высота подъема свода, l - его хорда).

Для монолитной и сборной кольцевой крепи с прокладками в стыках жесткость крепи k_k определяем по формуле:

$$k_k = \frac{\bar{E}_k d}{r_0^2}, \quad (70)$$

$$\text{где } \bar{E}_k = \frac{E_k}{1 + \frac{E_k}{E_{II}} \frac{\delta_{II}}{2\pi r_0}}; \quad (71)$$

E_k , E_{II} и \bar{E}_k - модули упругости соответственно крепи, прокладки и приведенный; d и δ_{II} - толщина крепи и суммарная толщина прокладок в кольце.

Жесткость сводчатой крепи, очерченной по радиусу ($f/l = 0,5$), можно получить с использованием формул справочника "Прочность, устойчивость, колебания" (М., "Машиностроение", 1968) и численных расчетов по программе КРЕПИ:

$$k_k = \frac{2\bar{E}_k}{r_0} \left(\frac{d}{r_0} \right)^2. \quad (72)$$

Жесткость крепи с плоским перекрытием ($f/l = 0$) можно определить, используя формулы строительной механики для балки, нагру-

женной равномерной нагрузкой и заземленной на опорах:

$$k_k = \frac{2 E_k}{r_0} \left(\frac{d}{r_0} \right)^3, \quad (73)$$

где r_0 - полупролет прямолинейного элемента.

Полагая линейный характер изменения жесткости от величины стрелы подъема свода, получим приближенную формулу для определения жесткости крепи:

$$k_k = \frac{2 E_k}{r_0} \left(\frac{d}{r_0} \right)^3 \cdot \left(1 + 2 \frac{f}{l} \frac{r_0}{d} \right). \quad (74)$$

При расчете жесткости забутовки следует учитывать ее нелинейное деформирование. Приблизительно, по данным испытаний, можно принять модуль деформации забутовки E_3 в зависимости от нагрузки на крепь:

$p, \text{ т/м}^2$	$E_3, \text{ т/м}^2$
≤ 15	100
15-30	350
> 30	1000

Окончательно приведенную жесткость системы "крепь-забутовка" определяем по формуле:

$$\bar{k}(t_i) = \frac{k_k}{1 + k_k \frac{\delta_3(t_i)}{E_3}}, \quad (75)$$

где $\delta_3(t_i)$ - толщина слоя забутовки в момент времени t_i .

При $t = t_1$, $\delta_3(t_i)$ - толщина слоя забутовки при установке крепи. При $t > t_1$ к первоначальной забутовке добавляется слой разрушенных пород ($r_1 - r_0$).

Учет влияния забоя при расчете нагрузок на крепь протяженных выработок и камер

Получение аналитических решений для выработок конечной длины представляет большие трудности математического характера. Поэтому в Рекомендациях использован приближенный прием, основанный на введении поправочного коэффициента k_1 в составляющие напряженного состояния массива горных пород. В данном случае

$$\bar{H} = H k_1, \quad (76)$$

где \bar{H} - приведенная глубина расположения выработки.

График для определения величины k_1 получен Н. А. Давыдовой (ФТПРПИ, 1968, № 3). С достаточной степенью точности его можно записать в виде функции:

$$k_1 = 1 - \exp\left(-\frac{2,6 V t}{B}\right), \quad (77)$$

где V - скорость проведения выработки; t - время, за которое забой удаляется от расчетного сечения; B - ширина выработки.

Использование коэффициента k_1 при расчете приведенной глубины \bar{H} в виде формулы (77) позволяет независимо учитывать влияние удаления забоя и изменения свойств горных пород во времени на величины проявлений горного давления.

При расчете проявления горного давления в камерах обобщением подхода (76) является учет влияния двух торцов при вычислении коэффициента k_1 :

$$k_1 = \left[1 - \exp\left(-\frac{2,6 l}{B}\right)\right] \left[1 - \exp\left(-\frac{2,6(L-l)}{B}\right)\right], \quad (78)$$

где l - расстояние расчетного сечения от торца камеры; L, B - длина и ширина камеры соответственно.

В запас прочности расчет проявлений горного давления в камерах можно выполнять для ее середины $l = \frac{L}{2}$. Коэффициент k_1 в этом случае имеет вид:

$$k_1 = \left[1 - \exp\left(-\frac{1,3L}{B}\right)\right]^2. \quad (79)$$

Предлагаемый подход к учету влияния забоя при вычислении проявлений горного давления в выработках и камерах обоснован сопоставительными расчетами сферической выработки (В. Ф. Кошелев, А. М. Линьков. - ФТППИ, 1978, № 6) и квадратной в плане выработки при использовании решения плоской задачи (Амусин Р. З., Кошелев В. Ф., Линьков А. М. - "Труды ВНИМИ", 1977, сб. 103.) с коэффициентом $k_1 = 0,55$, определяемым по формуле (79) при $L/B = 1$. При широком варьировании реологии горных пород, включая запредельное деформирование, расхождение расчетных смещений для середины выработки не превысило 20%.

Учет влияния сопряжений капитальных выработок

В Рекомендациях влияние сопряжений капитальных выработок учитывается введением поправочного коэффициента k_2 при расчете приведенной глубины \bar{H} :

$$\bar{H} = H k_2. \quad (80)$$

При таком подходе выработку, расположенную на участке сопряжения, рассматриваем как одиночную протяженную, а дополнительную концентрацию напряжений от соседней выработки учитываем коэффициентом k_2 , определяемым отношением концентрации напряжений на

контуре неподкрепленной выработки сопряжения (по упругому решению) к концентрации напряжений на контуре одиночной выработки. Коэффициенты k_2 , полученные аналитически и экспериментально на моделях, ограничены условиями выработок одинакового диаметра и углами сопряжения выработок $\theta = 30, 45$ и 90° . Ввиду сложности и трудоемкости определения коэффициента k_2 для конкретных видов сопряжения с учетом различия их диаметров предлагается приближенный прием, который сводится к следующему.

В зависимости от удаления расчетного сечения от центра сопряжения l_p между сопрягающимися выработками (в общем случае разных диаметров) вписывается тор, внутренний радиус которого r_B определяем по формуле^x:

$$r_B = l_p t_g \frac{\theta}{2}, \quad (81)$$

а наружный радиус r_H принимается равным

$$r_H = r_B + 2 r_0, \quad (82)$$

где r_0 - радиус поперечного сечения выработки, примыкающей к расчетной.

Решение для тора, полученное в работе Ю. И. Соловьева "Осесимметричная задача теории упругости для тора и пространства с тороидальной полостью" (Изв. АН СССР, МТТ, 1969, № 3, с. 99-105), представим в виде приближенной зависимости:

$$k_2 = 1 + \frac{1}{\left(a + \frac{r_B}{r_0}\right)^2}, \quad (83)$$

где коэффициент a для тора равен 1.

Для практических расчетов коэффициент a принимаем для I, III и IV типов сопряжения^{xx} равным 1. Для II типа $a = 1,15 \left(1 - \frac{\theta}{100}\right)$.

Учет влияния упрочнения пород путем цементации

При расчете проявлений горного давления с учетом упрочнения пород цементацией сцепление пород в зоне разрушения и трещин принимаем с момента упрочнения t_1 не ниже сцепления цементного камня с породой. В Рекомендациях с целью упрощения рассмотрено упрочнение пород при одном варианте водоцементного отношения $B : Ц = 1 : 2$. По данным Е. Б. Дружко, Ю. З. Заславского, Ф. И. Пере-

^x Для параллельных выработок r_B определяем половиной расстояния между их внутренними поверхностями.

^{xx} Классификация типов сопряжений приведена в разделе 2.

пички, коэффициент сцепления пород с цементным камнем для В : Ц = I : 2 составляет:

$k, \text{т/м}^2$

Песчаники . . . 693

Алевролиты. . . 685

Аргиллиты . . . 643

При определении нагрузки на жесткую крепь с учетом упрочнения пород в Рекомендациях принято время начала работ по цементации совпадающим с временем ввода жесткой крепи в работу. При расчете параметров упрочнения для податливой крепи используем тот же алгоритм, что и для жесткой крепи при задании условной толщины \blacksquare 0,03 м, практически не создающей отпора.

Блок-схема программы ШТРЕК

Алгоритм программы ШТРЕК основан на расчетных формулах, приведенных выше (см. П.2.2). Программа ШТРЕК состоит из следующих подпрограмм: ШТРЕК, ВРЕМЯ, ОТПОР.

Программа ШТРЕК предназначена для расчета проявлений горного давления при работе крепи:

- податливой,
- жесткой на различные моменты ввода ее в работу.

Работа программы ШТРЕК (рис. 6) начинается с вычисления приведенной глубины \bar{H} по формулам (76) для камер (при $KГ = 3$) и (80) - для сопряжений (при $KГ = I$). При $KГ = 0$ (т. е. для одиночных выработок) приведенная глубина \bar{H} принимается равной заданной глубине. Далее проявления горного давления рассчитываются так же, как и для одиночной протяженной выработки по ее элементам последовательно в кровле ($J = I$), в почве ($J = 2$) и в боках ($J = 3$).

Расчет смещений по элементам выработки и нагрузки на крепь производится в программе ВРЕМЯ по формулам приложения П.2.2. При задании в программе ВЫБОР признака $N\bar{ш} > I$ производится расчет перемещений контура на конечный момент ($T = I5$ лет), предполагая, что работает податливая крепь. Этот расчет выполняется для предварительной оценки необходимого запаса сечения выработки на погашение смещений и определения сечения выработки вчерне. После установления размеров сечения выработки вчерне выполняется подробный расчет для фиксированных значений времени $T(I) = 0, 2, 5, I0, 20, 30, 50, 80, I50, 360, I080$ и 5500 сут. До моментов $T(I) < T_I$ (где T_I - время ввода крепи в работу) расчет выполняется для условий работы податливой крепи типа СВП в режиме заданных нагрузок. При $T(I) > T_I$ рассматривается взаимодействие крепи с массивом гор-

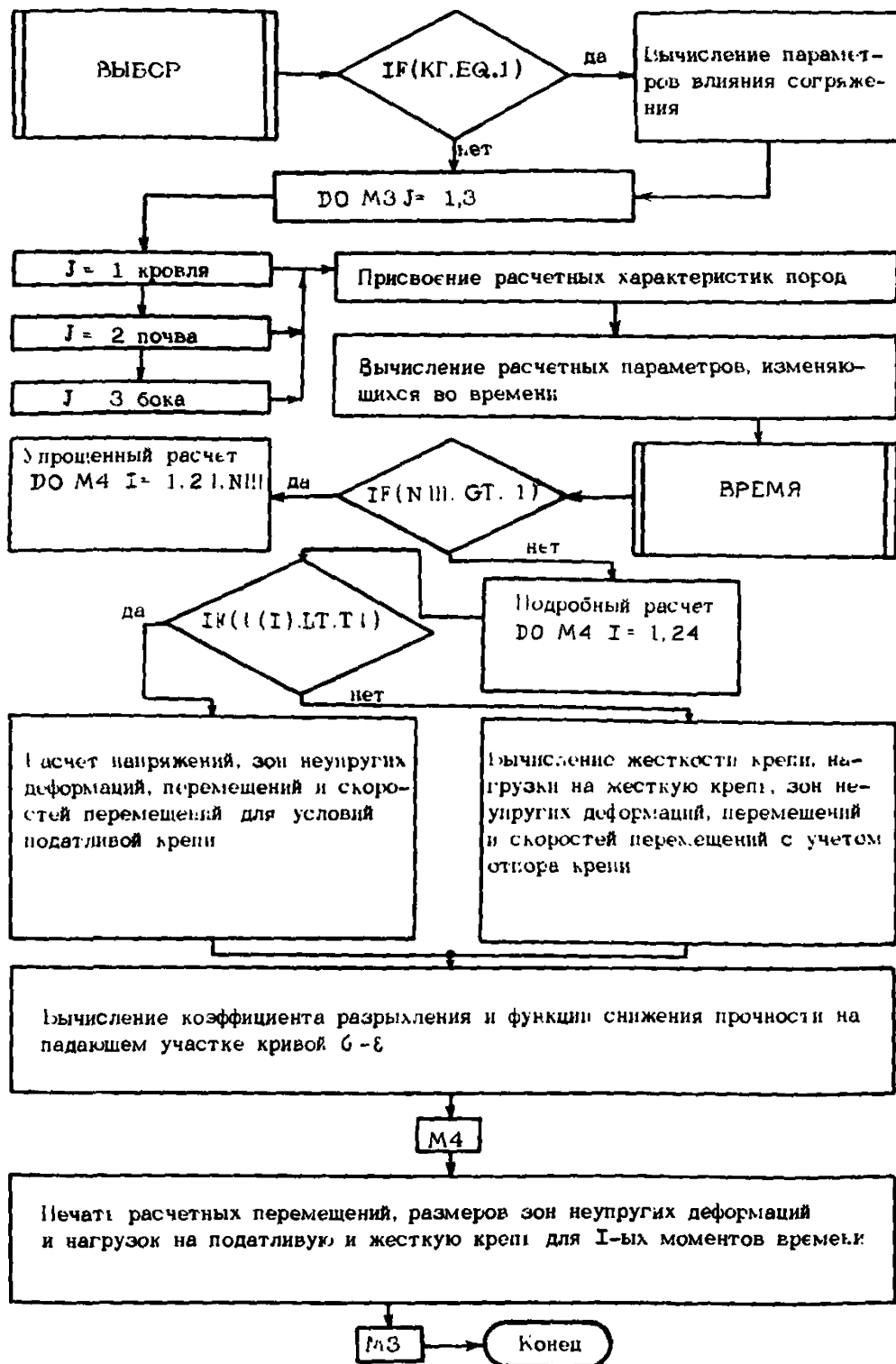


Рис. 6. Блок-схема программы ШТРЕК

ных пород в режиме взаимовлияющих деформаций с учетом жесткости крепи и характеристики забутовки. Для корректировки условия прочности с учетом запредельного деформирования горных пород для каждого момента времени определяются проявления горного давления дважды. На первом шаге по вычисленным смещениям определяется коэффициент разрыхления пород в зоне трещинообразования, а по формуле (21) — функцию снижения прочности f_k . На втором шаге с учетом скорректированного условия прочности (29) вычисляются расчетные параметры.

Трансцендентное уравнение (64) при $T(I) > T_I$ решается методом скорейшего спуска в подпрограмме ОТПОР.

Для каждого элемента выработки ($J = 1, 2, 3$) в программе ШТРЕК распечатываются результаты расчета смещений, нагрузки на податливую и жесткую крепь, зон неупругих деформаций и скорости смещений контура во времени. Расшифровка условных обозначений к распечатке результатов и исходных данных содержится в разделе 2, (пп. 2.15-2.29).

П.2.3. П р о г р а м м а В Ы Б О Р

В программе ВЫБОР (рис. 7) выбираем типы и параметры крепи. Программа ВЫБОР является управляющей для всей автоматизированной системы, к ней обращаются из программы НЕДРА после определения приведенных характеристик массива горных пород в расчетном сечении. Расчет начинается с обращения к программе ШТРЕК, в которой по заданным размерам выработки в свету определяются по приближенной схеме смещения контура выработки. Далее после назначения размеров выработки по этой же программе вычисляются расчетные максимальные смещения контура, являющиеся в соответствии с Указаниями исходными для выбора типов крепи. В зависимости от смещений в почве выработки назначается замкнутая ($УП > 20$ см) или незамкнутая ($УП < 20$ см) крепь. Затем по максимальным смещениям в соответствии с рекомендациями Указаний выбираются наиболее рациональные типы крепи. Для жесткой крепи по программе ШТРЕК определяется нагрузка по элементам выработки. При расчетных смещениях, превышающих 50 см, рекомендуется упрочнение пород путем цементации. В этом случае производится повторное обращение к программе ШТРЕК для определения расчетных смещений, реализуемых после упрочнения, по которым вновь выбирается тип крепи. Для приближенного расчета ($IЭТ = 1$) по рекомендациям Указаний в зависимости от максимальных нагрузок на крепь и пролета выработки определяется толщина бетонной крепи, выбирается номер двутавра (по программе НОМЕР) и устанавливается шаг рам. При уточненном расчете ($IЭТ = 2$) принятые

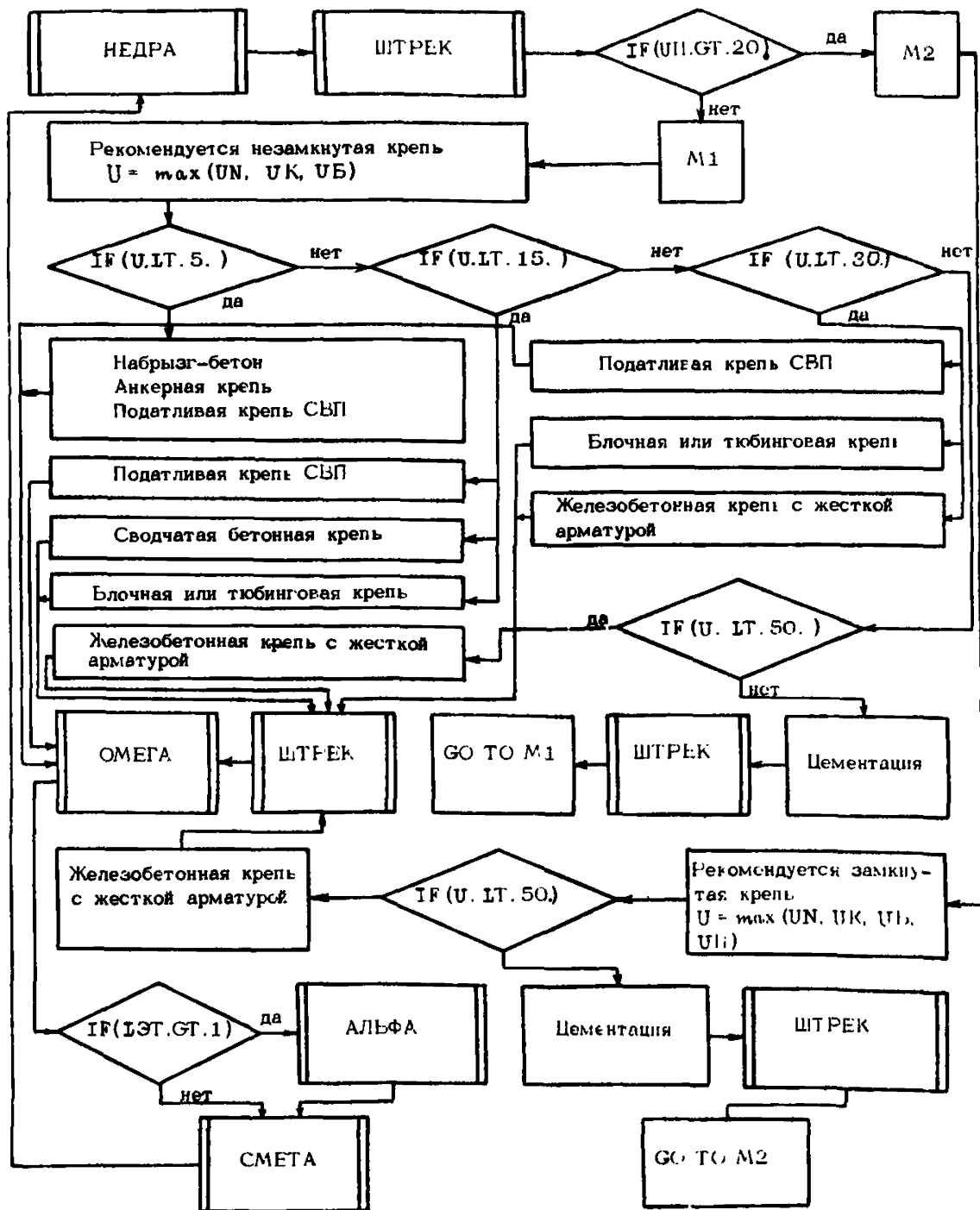


Рис. 7. Блок-схема программы ВЫБОР

приближенно параметры крепи корректируются на основе статического и прочностного расчетов крепи по программе АЛЬФА. Стоимостные параметры проведения и крепления выработки определяются по программе СМЕТА.

П.2.4. П р о г р а м м а А Л Ь Ф А

Цель программы АЛЬФА (рис. 8) состоит в автоматизированном построении расчетной схемы и подготовке исходных данных для программы статического расчета КРЕПИ.

Работа программы начинается с вычисления геометрических параметров крепи в зависимости от рекомендованных программой ВЫБОР типа и очертания крепи, задаваемых с помощью признака ЛТК, и размеров сечения выработки. Геометрия очертания и периметр крепи, площади сечения выработки в свету и вчерне^х определяются в подпрограмме ОМЕГА с помощью расчетных формул, разработанных для унифицированных сечений горных выработок. Далее в программе АЛЬФА в зависимости от признака ЛТК назначается число элементов соответственно в I и во II системах координат расчетной схемы. В частности, при ЛТК = I рекомендуется незамкнутая (IC = 0) сводчатая крепь с вертикальными стенами. Количество узлов в I системе координат NN1 = 7, во II системе - NN2 = 4. При ЛТК = 2 очертание крепи в своде и стенах остается тем же, но подводится обратный свод (IC = I). Количество элементов в расчетной схеме при этом изменяется: NN1 = 9, NN2 = 4. При ЛТК = 3 рекомендуется незамкнутая (IC = 0) сводчатая крепь с криволинейным очертанием стен (NN1 = 5, NN2 = 4), при ЛТК = 4 - аналогичная замкнутая (IC = I) крепь (NN1 = 9, NN2 = 4). Для каждой расчетной схемы определяются геометрические параметры элементов: центральный угол элемента AM1(I) и AM2(I); текущий радиус крепи RM1(I), RM2(I) и параметры их жесткости EI1(I), EI2(I) - жесткость на изгиб, EF1(I), EF2(I) - жесткость на сжатие.

Коэффициенты отпора породы определяются по расчетным формулам (95) и (96) с использованием подпрограммы ГАММА.

В заключении программы АЛЬФА определяются нагрузки на элементы крепи в расчетной схеме P1(I), P2(I).

Нагрузки на крепь по элементам выработки (в кровле, по нормалям к напластованию, в боках и в почве) определялись в программе

^х При подсчете площади сечения выработки вчерне дополнительно учитывается потеря сечения за счет смещения контура выработки к моменту введения крепи в работу.

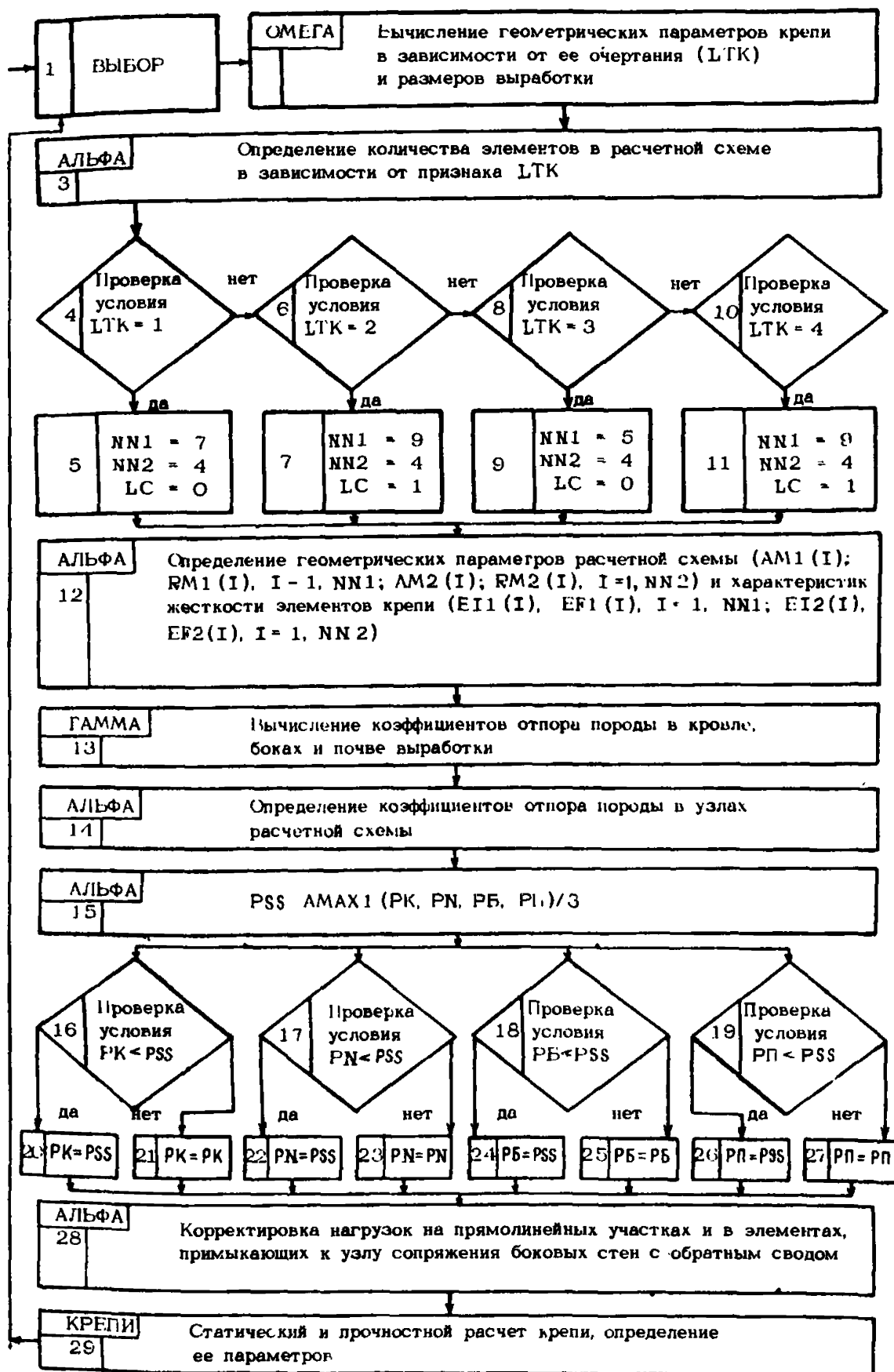


Рис. 8. Блок-схема программы АЛЬФА

ШТРЕК в зависимости от характеристик контактирующих с крепью пород. Однако такой подход, заимствованный из Указаний, приводит к погрешности, особенно для условий неоднородной среды.

Для корректировки методики, с учетом данных шахтных замеров нагрузок на крепь, принимаем, что нагрузки на элементы крепи не могут быть меньше 1/3 максимальной. Величина максимальной нагрузки при этом в запас прочности крепи не снижается. Кроме того, экспериментально установлено, что в элементах, примыкающих к узлу стыковки стен с обратным сводом, вследствие увеличения жесткости крепи происходит рост нагрузки, а на прямолинейных участках стен она снижается из-за уменьшения жесткости крепи. В программе АЛЬФА нагрузка на соответствующие элементы увеличивается на 30% или снижается на 20%.

В конце этапа формирования исходных данных производится обращение к программе КРЕПИ, в которой выполняется статический и прочностной расчет крепи. После определения расчетных параметров крепи осуществляется выход из программы АЛЬФА в программу ВЫБОР.

П.2.5. П р о г р а м м а КРЕПИ

Статический расчет крепи капитальных выработок основан на методе начальных параметров. В приводимых ниже расчетных формулах не использовано принимаемое ранее допущение о равенстве углов поворота элементов в шарнирных узлах. Отказ от указанного допущения позволяет уточнить расчет сборных конструкций и предложить принципиально новый подход к расчету устойчивости шарнирной крепи, реализуемый путем учета ее геометрической нелинейности шаговым методом. По этому методу нагрузку в зависимости от заданного количества итераций разбиваем на соответствующее количество ступеней. Расчет выполняем на каждую ступень нагружения при изменении очертания крепи с учетом деформаций, полученных на предыдущем шаге. В качестве критерия потери устойчивости используем условие выхода любых трех соседних шарниров на одну прямую. Одновременно с расчетом устойчивости крепи производим вычисление расчетных усилий в элементах крепи.

Алгоритм статического расчета крепи основан на матричной формуле метода начальных параметров:

$$\{P_n\} = \prod_{i=n+1}^1 [k_i] \{P_0^0\} + \sum_{j=0}^n \prod_{i=n+1}^j [k_i] \left\{ \bar{P}_j \right\} - \sum_{i=1}^{n-1} \prod_{n>i} (1 - Z_i) \cdot \prod_{r=n+1}^{i+1} [k_r] \times \\ \times ([A_i^{CK}] \{P_0^{(i)}\} + \{\bar{P}_i^{CK}\}), \quad (84)$$

где $\{P_n\}$ - матрица-столбец расчетных параметров в узле n ;
 $\{P_0^o\}$ - то же начальных параметров в узле 0 ;
 $\{\bar{P}_j\}$ - " - внешней нагрузки в узле j ;
 $\{P_0^{(i)}\}$ - " - начальных параметров в произвольном шарнирном узле i ;

$$\{P_n\} = \begin{Bmatrix} U_n \\ V_n \\ \varphi_n \\ X_n \\ Y_n \\ M_n \end{Bmatrix}; \quad \{P_0\} = \begin{Bmatrix} U_0 \\ V_0 \\ \varphi_0 \\ X_0 \\ Y_0 \\ M_0 \end{Bmatrix}; \quad \{\bar{P}_j\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \bar{X}_j \\ \bar{Y}_j \\ 0 \end{Bmatrix};$$

U_n, V_n - смещение в узле n соответственно в направлении осей OX и OY ;

X_n, Y_n - внутренние силовые факторы в узле n в направлении осей OX и OY ;

φ_n, M_n - угол поворота и изгибающий момент в узле n ;

\bar{X}_j, \bar{Y}_j - узловые нагрузки в узле j в проекциях на оси OX и OY соответственно;

$Z_i = \begin{cases} 0 & \text{- в узле } i \text{ расчетной схемы расположен шарнир,} \\ 1 & \text{- узел } i \text{ расположен на монолитном участке;} \end{cases}$

$\{P_i^{ck}\}$ - матрица скачка нагрузки в узле i , определяемая в зависимости от расположения шарнира в начале координат;

при отсутствии шарнира в начале координат:

$$\{\bar{P}_i^{ck}\} = \left\{ \frac{c_6 a_{13}}{a_{66}}, \frac{c_6 a_{23}}{a_{66}}, c_3, \frac{c_6 a_{43}}{a_{66}}, \frac{c_6 a_{53}}{a_{66}}, \frac{c_6 a_{63}}{a_{66}} \right\}^T, \quad (85)$$

при расположении шарнира в начале координат:

$$\{\bar{P}_i^{ck}\} = \left\{ \frac{c_6 a_{13}}{a_{63}}, \frac{c_6 a_{23}}{a_{63}}, c_3, \frac{c_6 a_{43}}{a_{63}}, \frac{c_6 a_{53}}{a_{63}}, c_6 \right\}^T; \quad (86)$$

a_{ij} - элементы матрицы $[A_i]$:

$$[A_i] = \prod_{r=i}^1 [k_r] - \sum_{r=1}^{i-1} \left\| \right\|_{i>r} (1-Z_r) \prod_{t=i}^{r+1} [k_t] [A_r^{ck}]; \quad (87)$$

c_i - элементы вектора $\bar{\Pi}_i$;

$$\bar{\Pi}_i = \sum_{j=0}^i \left\| \right\|_{i>j} \prod_{r=i}^{j+1} [k_r] \{\bar{P}_j\} + \{\bar{P}_i\} - \sum_{r=1}^{i-1} \left\| \right\|_{i>r} (1-Z_r) \prod_{t=i}^{r+1} [k_t] \{\bar{P}_r^{ck}\}. \quad (88)$$

Матрицы $[A_i^{ck}]$ определяют в зависимости от типа конструкции крепи и системы координат.

Для I и II систем координат замкнутой конструкции и I системы координат незамкнутой конструкции крети при расположении шарнира в начале координат матрица $[A_i^{CK}]$ имеет вид:

$$[A_i^{CK}] = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline \alpha_{13} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{63}} & 0 & \alpha_{13} & 0 & \alpha_{13} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{63}} & 0 \\ \hline \alpha_{23} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{63}} & 0 & \alpha_{23} & 0 & \alpha_{23} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{63}} & 0 \\ \hline \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33}-1 & \alpha_{34} & \alpha_{35} & \alpha_{36} \\ \hline \alpha_{43} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{63}} & 0 & \alpha_{43} & 0 & \alpha_{43} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{63}} & 0 \\ \hline \alpha_{53} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{63}} & 0 & \alpha_{53} & 0 & \alpha_{53} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{63}} & 0 \\ \hline \alpha_{61} & 0 & \alpha_{63} & 0 & \alpha_{65} & 0 \\ \hline \end{array} \quad (89)$$

Для II системы координат незамкнутой конструкции:

$$[A_i^{CK}] = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline \alpha_{13} \frac{\alpha_{61} - \alpha_{64} \bar{k}_{02}^x}{\alpha_{63}} & \alpha_{13} \frac{\alpha_{62} - \alpha_{65} \bar{k}_{02}^y}{\alpha_{63}} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 \\ \hline \alpha_{23} \frac{\alpha_{61} - \alpha_{64} \bar{k}_{02}^x}{\alpha_{63}} & \alpha_{23} \frac{\alpha_{62} - \alpha_{65} \bar{k}_{02}^y}{\alpha_{63}} & \alpha_{23} & 0 & 0 & 0 \\ \hline \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33}-1 & \alpha_{34} & \alpha_{35} & \alpha_{36} \\ \hline \alpha_{43} \frac{\alpha_{61} - \alpha_{64} \bar{k}_{02}^x}{\alpha_{63}} & \alpha_{43} \frac{\alpha_{62} - \alpha_{65} \bar{k}_{02}^y}{\alpha_{63}} & \alpha_{43} & 0 & 0 & 0 \\ \hline \alpha_{53} \frac{\alpha_{61} - \alpha_{64} \bar{k}_{02}^x}{\alpha_{63}} & \alpha_{53} \frac{\alpha_{62} - \alpha_{65} \bar{k}_{02}^y}{\alpha_{63}} & \alpha_{53} & 0 & 0 & 0 \\ \hline \alpha_{61} - \alpha_{64} \bar{k}_{02}^x & \alpha_{62} - \alpha_{65} \bar{k}_{02}^y & \alpha_{63} & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array} \quad (90)$$

Для I и II систем координат замкнутой конструкции и I системы координат незамкнутой конструкции при отсутствии шарниров в начале координат (кроме начала II системы координат, где всегда шарнир):

$$[A_{i\check{i}}^{CK}] = \begin{bmatrix} \alpha_{16} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{66}} & 0 & \alpha_{13} & 0 & \alpha_{16} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{66}} & 0 \\ \alpha_{26} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{66}} & 0 & \alpha_{23} & 0 & \alpha_{26} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{66}} & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} - 1 & \alpha_{34} & \alpha_{35} & \alpha_{36} \\ \alpha_{46} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{66}} & 0 & \alpha_{43} & 0 & \alpha_{46} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{66}} & 0 \\ \alpha_{56} \frac{\alpha_{61}}{\alpha_{66}} & 0 & \alpha_{53} & 0 & \alpha_{56} \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{66}} & 0 \\ \alpha_{61} & 0 & \alpha_{63} & 0 & \alpha_{65} & 0 \end{bmatrix} \quad (91)$$

В матрицах $[A_{i\check{i}}^{CK}]$ см. формулы (89)–(91) элементы α_{ij} определяются соответствующими элементами матриц $[A_{i\check{i}}]$ выражения (87). Матрицы $[k_{i\check{i}}]$, имеющие размер 6×6 и входящие в расчетную формулу (84), являются матрицами коэффициентов влияния.

Коэффициенты матрицы $[k_{i\check{i}}]$ определяются геометрией конструкции, поперечным сечением крепи в узле i (F_i – площадь поперечного сечения, I_i – момент инерции), модулем упругости крепи E_K и упругими свойствами окружающей среды (модулем упругости E и коэффициентом Пуассона ν) по следующим формулам^X:

$$\left. \begin{aligned} k_{11} &= 1 - \mu_{i-1} \nu_i - \lambda_{i-1} \theta_i; & k_{12} &= \lambda_{i-1} \nu_i + \Delta_{i-1} \theta_i; & k_{13} &= k_{64} = -\gamma_i; & k_{14} &= \\ &= \nu_i; & k_{15} &= -\theta_i; & k_{16} &= k_{34} = -\Phi_i; & k_{21} &= \mu_{i-1} \theta_i + \lambda_{i-1} \Upsilon_i; & k_{22} &= 1 - \lambda_{i-1} \theta_i - \\ & - \Delta_{i-1} \Upsilon_i; & k_{23} &= k_{65} = x_i; & k_{24} &= k_{15} = -\theta_i; & k_{25} &= \Upsilon_i; & k_{26} &= k_{35} = \omega_i; & k_{31} &= \\ &= \mu_{i-1} \Phi_i + \lambda_{i-1} \omega_i; & k_{32} &= -\lambda_{i-1} \Phi_i - \Delta_{i-1} \omega_i; & k_{33} &= k_{44} = k_{55} = k_{66} = 1; & k_{34} &= k_{16} = \\ &= -\Phi_i; & k_{35} &= k_{26} = \omega_i; & k_{36} &= 6\nu_i; & k_{41} &= -\mu_{i-1}; & k_{42} &= k_{51} = \lambda_{i-1}; & k_{43} &= k_{45} = \\ &= k_{46} = k_{53} = k_{54} = k_{56} = k_{63} = 0; & k_{51} &= k_{42}; & k_{52} &= -\Delta_{i-1}; & k_{61} &= \mu_{i-1} \gamma_i + \\ & + \lambda_{i-1} x_i; & k_{62} &= -\lambda_{i-1} \gamma_i - \Delta_{i-1} x_i; & k_{64} &= k_{13} = -\gamma_i; & k_{65} &= k_{23} = x_i \end{aligned} \right\} (92)$$

^X Индекс i в обозначении элементов матрицы $[k_{i\check{i}}]$ опущен.

Условные обозначения в формулах для определения коэффициентов матрицы $[k_i]$ приняты следующими:

$$\left. \begin{aligned} x_i &= l_i \cos \alpha_i; \quad y_i = l_i \sin \alpha_i; \quad v_i = i_i y_i^2 - j_i x_i^2; \quad \theta_i = (i_i + j_i) x_i y_i; \quad \Psi_i = \\ &= i_i x_i^2 - j_i y_i^2; \quad \omega_i = 3 i_i x_i; \quad \mu_i = \bar{k}_i \sin^2 \gamma_i; \quad \Delta_i = \bar{k}_i \cos^2 \gamma_i; \quad \Phi_i = 3 i_i y_i; \\ \lambda_i &= \bar{k}_i \sin \gamma_i \cos \gamma_i; \quad i_i = \frac{l_i}{6(E_k I)_i}; \quad j_i = \frac{1}{l_i(E_k F)_i}; \quad E_k - \text{модуль} \\ &\text{упругости материала крепи; } l_i - \text{длина элементов в рас-} \\ &\text{четной схеме; } \gamma_i - \text{угол наклона упругой опоры к оси OY;} \\ &\alpha_i - \text{угол наклона элемента крепи к оси OX.} \end{aligned} \right\} (93)$$

Параметры α_i , γ_i , l_i , \bar{X}_i , \bar{Y}_i , в Рекомендациях вычисляются программным путем в зависимости от типа конструкции, характера нагрузки и расчетной схемы. Жесткость упругой опоры \bar{k} вычисляется по формуле:

$$\bar{k} = k b l_i, \quad (94)$$

где b — ширина рассчитываемого сечения, обычно принимаемая равной 1 п. м; k — коэффициент отпора пород, иногда называемый коэффициентом постели.

Коэффициент отпора в зависимости от рассматриваемой расчетной схемы определяется по формулам:

для нормального отпора:

$$k_0 \approx \frac{E \lambda_0}{1,2 R}; \quad (95)$$

для касательного отпора:

$$k_\tau \approx \frac{E \lambda_\tau}{1,5 R}. \quad (96)$$

Коэффициенты λ_0 и λ_τ определяются в зависимости от относительных размеров забутовки.

При расчете незамкнутой крепи для учета заглубления стен в подошву выработки в расчетной схеме предусматриваем две опоры (вертикальную и горизонтальную). Жесткость этих опор при некоторых допущениях (отношение модулей упругости породы $E/E_g \approx 100$, толщина слоя забутовки 0,2 м, глубина заделки стен в почву выработки 0,25 м, снижение модуля упругости пород в массиве по сравнению с модулем упругости образца по крайней мере в 2 раза) приближенно может быть определена по эмпирическим формулам:

$$\bar{k}_{02}^x = 3 \cdot 10^{-2} E/R, \quad (97)$$

$$\bar{k}_{02}^y = 0,1 E. \quad (98)$$

Начальные параметры в формуле (84) неизвестны, их определяют в зависимости от типа конструкции при решении систем уравнений, представленных соответственно для замкнутой конструкции в табл. IО, для незамкнутой - в табл. II.

Т а б л и ц а IО

Уравнения	U_{01}	φ_{11}	Y_{01}	U_{02}	φ_{12}	Y_{02}	Свободные члены
$U_{n1} + U_{n2} = 0$	α_{11}^I	α_{13}^I	α_{15}^I	α_{11}^II	α_{13}^II	α_{15}^II	$-(c_1^I + c_1^{II})$
$V_{n1} - V_{n2} = 0$	α_{21}^I	α_{23}^I	α_{25}^I	$-\alpha_{21}^II$	$-\alpha_{23}^II$	$-\alpha_{25}^II$	$-(c_2^I - c_2^{II})$
$\varphi_{n1} - \varphi_{n2} = 0$	α_{31}^I	α_{33}^I	α_{35}^I	α_{31}^II	α_{33}^II	α_{35}^II	$-(c_3^I + c_3^{II})$
$X_{n1} - X_{n2} = 0$	α_{41}^I	α_{43}^I	α_{45}^I	$-\alpha_{41}^II$	$-\alpha_{43}^II$	$-\alpha_{45}^II$	$-(c_4^I - c_4^{II})$
$Y_{n1} - Y_{n2} = 0$	α_{51}^I	α_{53}^I	α_{55}^I	α_{51}^II	α_{53}^II	α_{55}^II	$-(c_5^I + c_5^{II})$
$M_{n1} - M_{n2} = 0$	α_{61}^I	α_{63}^I	α_{65}^I	$-\alpha_{61}^II$	$-\alpha_{63}^II$	$-\alpha_{65}^II$	$-(c_6^I - c_6^{II})$

Т а б л и ц а II

Уравнения	U_{01}	φ_{11}	Y_{01}	U_{02}	V_{02}	φ_{12}	Свободные члены
$U_{n1} + V_{n2} = 0$	α_{11}^I	α_{13}^I	α_{15}^I	$\alpha_{21}^II - \bar{k}_{02}^x \alpha_{24}^II$	$\alpha_{22}^II - \bar{k}_{02}^y \alpha_{25}^II$	α_{23}^II	$-(c_1^I + c_2^{II})$
$V_{n1} + U_{n2} = 0$	α_{21}^I	α_{23}^I	α_{25}^I	$\alpha_{11}^II - \bar{k}_{02}^x \alpha_{14}^II$	$\alpha_{12}^II - \bar{k}_{02}^y \alpha_{15}^II$	α_{13}^II	$-(c_2^I + c_1^{II})$
$\varphi_{n1} + \varphi_{n2} = 0$	α_{31}^I	α_{33}^I	α_{35}^I	$\alpha_{31}^II - \bar{k}_{02}^x \alpha_{34}^II$	$\alpha_{32}^II - \bar{k}_{02}^y \alpha_{35}^II$	α_{33}^II	$-(c_3^I + c_3^{II})$
$X_{n1} - Y_{n2} = 0$	α_{41}^I	α_{43}^I	α_{45}^I	$-\alpha_{51}^II + \bar{k}_{02}^x \alpha_{54}^II$	$-\alpha_{52}^II + \bar{k}_{02}^y \alpha_{55}^II$	$-\alpha_{53}^II$	$-(c_4^I - c_5^{II})$
$Y_{n1} - X_{n2} = 0$	α_{51}^I	α_{53}^I	α_{55}^I	$-\alpha_{41}^II + \bar{k}_{02}^x \alpha_{44}^II$	$-\alpha_{42}^II + \bar{k}_{02}^y \alpha_{45}^II$	$-\alpha_{43}^II$	$-(c_5^I - c_4^{II})$
$M_{n1} - M_{n2} = 0$	α_{61}^I	α_{63}^I	α_{65}^I	$-\alpha_{61}^II + \bar{k}_{02}^x \alpha_{64}^II$	$-\alpha_{62}^II + \bar{k}_{02}^y \alpha_{65}^II$	$-\alpha_{63}^II$	$-(c_6^I - c_6^{II})$

Коэффициенты α_{ij}^I и α_{ij}^II в табл. IO и II определяются для I системы координат элементами матриц $[A_{n1}]$, для II системы координат - $[A_{n2}]$. Матрицы $[A_{n1}]$ и $[A_{n2}]$ вычисляются по формуле (87).

Параметры φ_{11} и φ_{12} определяют углы поворота в последних шарнирных узлах соответственно в I и II системах координат.

Начальные параметры φ_{01} и φ_{02} после решения системы уравнений рассчитываются по следующим формулам:

- при расположении шарнира в начале I и II систем координат замкнутой конструкции и в начале I системы координат незамкнутой конструкции:

$$\varphi_{0m} = -\frac{\alpha_{61}}{\alpha_{63}} U_{0m} - \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{63}} V_{0m} - \frac{c_6}{\alpha_{63}},$$

$$(m = I, 2); \quad (99)$$

- для незамкнутой конструкции:

$$\varphi_{02} = -\frac{\alpha_{61} - \alpha_{64} \bar{k}_{02}^x}{\alpha_{63}} U_{02} - \frac{\alpha_{62} - \alpha_{65} \bar{k}_{02}^y}{\alpha_{63}} V_{02} - \frac{c_6}{\alpha_{63}}. \quad (100)$$

При отсутствии шарниров в начале координат вместо начального угла поворота определяется начальный изгибающий момент:

$$M_{0m} = -\frac{\alpha_{61}}{\alpha_{66}} U_{0m} - \frac{\alpha_{65}}{\alpha_{66}} V_{0m} - \frac{c_6}{\alpha_{66}}.$$

$$(m = I, 2) \quad (101)$$

Элементы α_{ij} , входящие в формулы (99)-(101), определяются матрицами $[A_i]$, где i - номер узла, в котором впервые встретился шарнир ($Z_i = 0$).

Расчетные параметры в узлах конструкции определяются по рекуррентным формулам:

$$\{P_{0m}\} = \{P_{0m}^0\} + \{\bar{P}_{0m}\}; \quad \{P_{1m}\} = [k_{1m}] \{P_{0m}\} + \{\bar{P}_{1m}\}; \quad (102)$$

$$\{P_{2m}\} = [k_{2m}] \{P_{1m}^*\} + \{\bar{P}_{2m}\}; \quad \{P_{im}\} = [k_{im}] \{P_{i-1,m}^*\} + \{\bar{P}_{im}\},$$

где

$$\{P_{im}^*\} = \{P_{im}\} - (1 - Z_{im}) \{P_{im}^{ck}\},$$

$$\{P_{im}^{ck}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ P_3^{(im)} - \varphi_{im}^{ck} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix},$$

$$P_3^{(im)} \text{ - элемент третьей строки вектора } \{P_{im}\}.$$

Формулы для вычисления коэффициента φ_{im}^{ck} зависят от типа конструкции.

Для I и II систем координат замкнутой конструкции и I системы координат незамкнутой конструкции:

$$\varphi_{im}^{ck} = - \frac{a_{61}^{(k)}}{a_{63}^{(k)}} U_{0m} - \frac{a_{65}^{(k)}}{a_{63}^{(k)}} V_{0m} - \frac{c_6^{(k)}}{a_{63}^{(k)}} . \quad (103)$$

Для II системы координат незамкнутой конструкции:

$$\varphi_{im}^{ck} = - \frac{a_{61}^{(k)} - a_{64}^{(k)} \bar{k}_{02}^x}{a_{63}^{(k)}} U_{02} - \frac{a_{62}^{(k)} - a_{65}^{(k)} \bar{k}_{02}^y}{a_{63}^{(k)}} V_{02} - \frac{c_6^{(k)}}{a_{63}^{(k)}} . \quad (104)$$

Здесь k - номер узла, в котором впервые после узла i встречается шарнир ($Z_k = 0$).

В заключение определяются нормальные силы N_{im} , реакции упругого отпора R_{im} в узлах i и величины распределенного отпора \bar{R}_{im} породы:

$$N_{im} = - \left(X_{im} \cos \frac{\alpha_{im} + \alpha_{i+1,m}}{2} + Y_{im} \sin \frac{\alpha_{im} + \alpha_{i+1,m}}{2} \right);$$

$$R_{im} = - \bar{k}_{im} (V_{im} \cos \gamma_{im} - U_{im} \sin \gamma_{im});$$

$$\bar{R}_{im} = \frac{2 R_{im}}{l_{im} + l_{i+1,m}}, \quad (105)$$

где X_{im} , Y_{im} , U_{im} , V_{im} элементы векторов $\{P_{im}\}$, определяемых по формулам (102).

Блок-схема программы КРЕПИ

Программа КРЕПИ, основанная на расчетных формулах (84)-(105), состоит из 7 подпрограмм: КРЕПИ, ПППП, АЛМАЗ, МВ, УМН, ЛИНИЯ, БЕТОН, тексты которых на языке ФОРТРАН-IV приведены в прил. П.4.5.

Исходные данные для программы КРЕПИ передаются из программы АЛЬФА через COMMON /E/.

Работа программы КРЕПИ (рис. 9) начинается с вычисления ряда параметров и коэффициентов влияния k_{ijm} (92). После построения матриц коэффициентов влияния для всех элементов расчетной схемы $[K_i]_m$ и векторов узловых нагрузок $\{\bar{P}_j\}_m$ в подпрограмме ПППП,

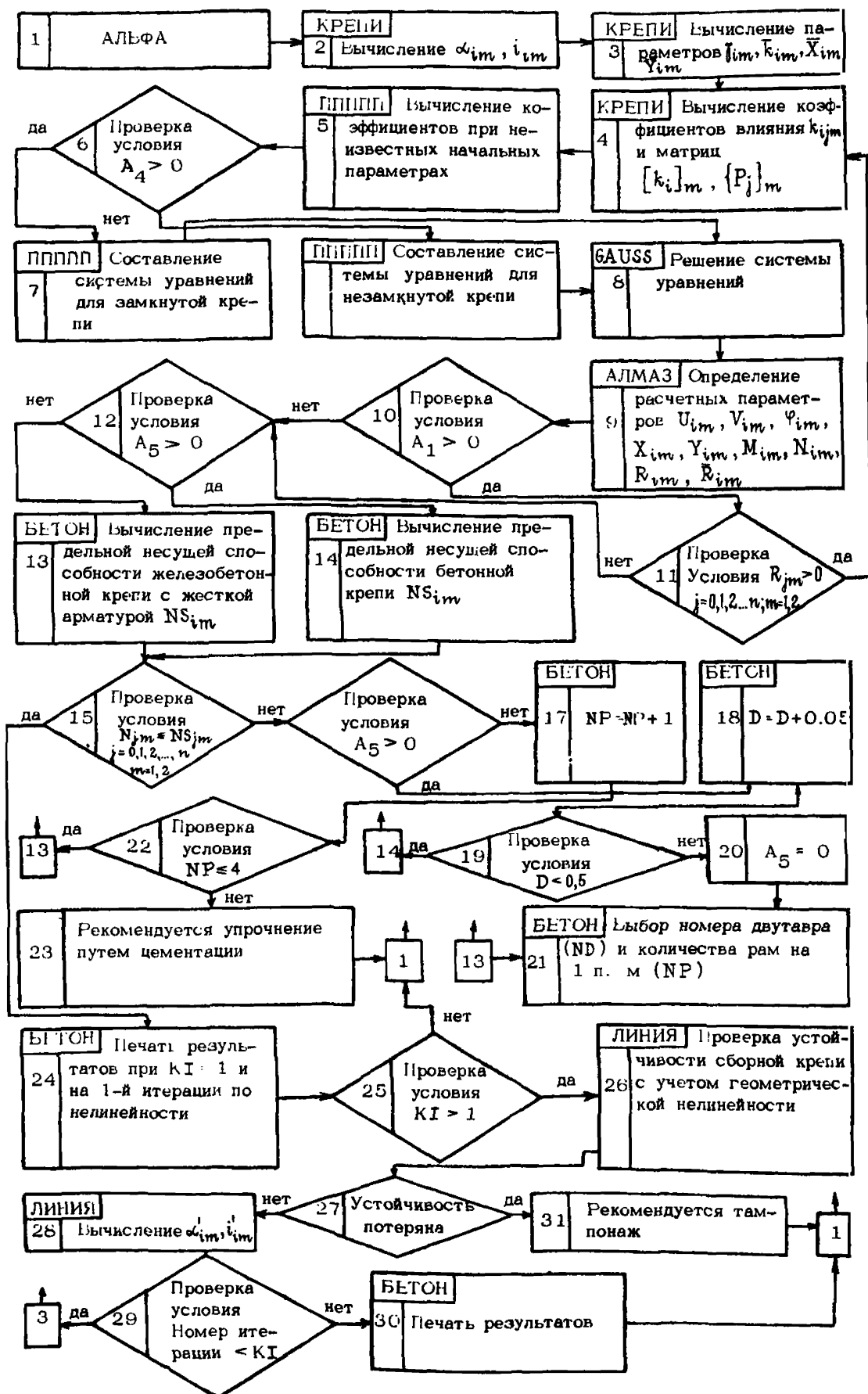


Рис. 9. Блок-схема программы КРЕПИ

с использованием вспомогательных подпрограмм умножения матрицы на матрицу УМН и вектора на вектор МВ, производится вычисление коэффициентов при неизвестных и составление системы уравнений (см. табл. IО для замкнутой крепи или табл. II - для незамкнутой). Система уравнений решается при использовании стандартной подпрограммы GAUSS. Далее в подпрограмме АДМАЗ определяются расчетные параметры: смещение крепи U, V , изгибающие моменты M , нормальные силы N и реакции упругого отпора R . Для расчетной схемы с нормальными отпором ($A_1=I$) проверяется знак реакций. Опоры с положительными реакциями, работающими на растяжение, в расчетной схеме снимаются путем подставления нулевых коэффициентов отпора в соответствующих узлах при формировании матрицы коэффициентов влияния. Далее, в зависимости от признака A_5 ($A_5 = I$ при бетонной крепи, $A_5 = 0$ - при железобетонной с жесткой арматурой) в подпрограмме БЕТОН проверяется прочность сечений крепи. Методика прочностного расчета изложена в Указаниях.

В случае, если предельная несущая способность элементов крепи NS для всех узлов больше значений нормальной силы N в соответствующих узлах, т. е. условие прочности выполняется, производится распечатка результатов расчета^х. Если условие прочности не выполняется, то последовательно увеличивается толщина бетонной крепи ($A_5 = I$) по 5 см до 50 см. Если толщина бетонной крепи больше 50 см, то рекомендуется железобетонная крепь. Для железобетонной крепи на каждом шаге последовательно добавляется по одной раме. При расчетном количестве рам на I п. м более четырех производится выход из программы. В таком случае повторно рассматриваются проявления горного давления с учетом рекомендуемого упрочнения пород путем цементации и повторно выбираются типы и параметры крепи. При расчете сборной крепи проверяется ее устойчивость. При потере устойчивости крепи на одном из последовательных шагов нагружения расчет прекращается и рекомендуется тампонаж закрепного пространства. Последующий повторный расчет сборной крепи при этом производится при забутовке, равной нулю.

Если крепь устойчивостью не теряет, производится распечатка результатов расчета и выход из подпрограммы КРЕПИ.

П.2.6. П р о г р а м м а СМЕТА

Стоимость сооружения капитальных выработок складывается из стоимости проведения и крепления. При условии обеспечения нормальной

^х Условные обозначения распечатки результатов расчета крепи приведены в разделе 2 (п. 2.20).

эксплуатации выработок затраты на их перекрепление незначительны, и они могут не учитываться.

За основу при составлении программы СМЕТА, по которой предполагается производить приближенный расчет стоимости сооружения капитальных выработок для угольных бассейнов страны, приняты утвержденные нормативные документы. Эти документы используют для определения приближенных стоимостных параметров при проектировании шахт в различных бассейнах страны. Для упрощения ввода исходных данных ряд коэффициентов в расчетных формулах не учитывался, что допустимо при расчете сопоставимых вариантов.

Нормативные документы содержат стоимостные параметры сооружения I м³ выработки в свету, закрепленной различными видами крепи. Причем стоимостные параметры в нормативах приведены не по всем применяемым видам крепи. Для расширения диапазона возможных вариантов крепи и использования их в различных угольных бассейнах определены ориентировочные переходные коэффициенты k_{δ} . Эти коэффициенты найдены при сопоставлении нормативов для сводчатой монолитной крепи и податливой крепи типа СВП. В результате для различных угольных бассейнов получены следующие значения коэффициента k_{δ} :

Донецкий - 1,0; Карагандинский - 1,3;
Кузнецкий - 1,3; Печорский (Воркута) - 2,1.

В последние годы получили распространение крепи бетонная, железобетонная, податливая СВП с упрочнением массива горных пород цементным раствором. Крепи с упрочнением (ЛВК = 8, 9, 10, II), показавшие высокую эффективность, введены в автоматизированную систему проектирования. Формулы для определения стоимости работ по цементации построены с использованием данных работы Е.Б. Дружко, Ю. З. Заславского, Ф. И. Перепички "Устойчивость основных горных выработок" (Донецк, 1975):

$$C_{ц} = C_{ц1} + C_{ц2} + C_{ц3}, \quad (106)$$

где $C_{ц1} = 2,8 (h_k(b+h_k) + h_b(b+h_b) + h_n(b+h_n))$;

$C_{ц2} = 16 (h_k+h_b+h_n)$; $C_{ц3} = 1,95b(h_k+h_b+h_n)$;

$h_k = b(0,03 + 0,8U_k) + 0,5$;

$h_b = b(0,03 + 0,8U_b) + 0,3$;

$h_n = b(0,03 + 0,8U_n) + 0,2$,

$C_{ц1}$, $C_{ц2}$, $C_{ц3}$ - стоимости работ соответственно по нагнетанию цементного раствора (В:Ц = 1:2), по бурению шуров и покрытию стенок выработки набрызг-бетоном; h_k , h_b , h_n - глубина скважин

для цементирования соответственно в кровле, боках и почве (при отсутствии цементирования одного из элементов выработки значение для него задается равным нулю); b – ширина выработки; U_k, U_6 ,

U_n – смещения соответственно в кровле, боках и почве (в метрах) к моменту начала работ по цементации.

Для расчета стоимости железобетонной крепи с жесткой арматурой (ЛВК = 3, 4) с учетом количества двутавровых рам предложены приближенные формулы, основанные на суммировании стоимости проведения и крепления выработки бетоном и стоимости двутавровых рам ($C_{дв}$).

Стоимость двутавровых рам находим

$$C_{дв} = 0,29 \cdot p \cdot v \cdot n, \quad (107)$$

где p – периметр крепи, v – вес I п. м двутавра в зависимости от его номера, n – количество рам на I п. м.

Нормативные расчетные формулы для определения стоимости сооружения выработки с податливой крепью из спецпрофиля предполагают использование одной рамы на погонный метр. Стоимость дополнительных рам из спецпрофиля предлагаем вычислять по формуле:

$$C_{свп} = 0,29 \cdot p \cdot N (n - 1), \quad (108)$$

где N – номер спецпрофиля, определяющий вес I п. м рамы.

Окончательные формулы для приближенного расчета стоимости проведения и крепления выработок представлены в табл. I2.

В табл. I2, кроме указанных выше, введены следующие обозначения:

$C_i (j)$ – стоимость прямых затрат на сооружение выработки руб./п. м; i – индекс, определяющий название бассейна (соответственно Д, К, В); j – индекс, соответствующий номеру крепи ЛВК; $S_{св}, S_z$ – площадь поперечного сечения выработки в свету и черне, m^2 ; f – коэффициент крепости пород по М. М. Протодяконову; d – толщина бетонной крепи.

Блок-схема программы СМЕТА не приведена из-за ее простоты. В ней в зависимости от номера бассейна (ЛБАС) и номера типа крепи (ЛВК) рассчитываются стоимости $C_i (j)$ по формулам, представленным в табл. I2.

После определения стоимости сооружения I п. м выработки в программе СМЕТА производится распечатка типов, параметров крепи, стоимости проведения и сооружения выработки.

Номер типа крепи ЛВК	Номер бассейна БАС		
	Донецкий	Кузнецкий, Карагандинский	Печорский
1 - бетонная сводчатая	$C_{Д(1)} = C_{К(1)}/1,3$	$C_{К(1)} = S_{СВ}(20,8 - S_{СВ}0,38 + I4,8d + f0,5)$	$C_{П(1)} = C_{К(1)} 2,1/1,3$
2 - железобетонные тубинги КузНИИШахтостроя	$C_{Д(2)} = C_{К(2)}/1,3$	$C_{К(2)} = S_{СВ}(25,2 - 0,37S_{СВ} + 0,5f)$	$C_{П(2)} = C_{К(2)} 2,1/1,3$
3 - железобетонная сводчатая с жесткой арматурой	$C_{Д(3)} = C_{Д(1)} + C_{ДВ}$	$C_{К(3)} = C_{К(1)} + C_{ДВ}1,3$	$C_{П(3)} = C_{П(1)} + C_{ДВ}2,1/1,3$
4 - железобетонная замкнутая с жесткой арматурой	$C_{Д(4)} = C_{Д(1)} + C_{ДВ}$	$C_{К(4)} = C_{К(1)} + C_{ДВ}1,3$	$C_{П(4)} = C_{П(1)} + C_{ДВ}2,1/1,3$
5 - набрызг-бетонная	$C_{Д(5)} = C_{К(5)}/1,3$	$C_{К(5)} = S_{СВ} 13,3$	$C_{П(5)} = C_{К(5)} 2,1/1,3$
6 - анкерная	$C_{Д(6)} = C_{К(6)}/1,3$	$C_{К(6)} = S_{СВ} 11,3$	$C_{П(6)} = C_{К(6)} 2,1/1,3$
7 - металлическая податливая СВП	$C_{Д(7)} = S_{СВ}(21,8 - 0,24S_{СВ} - 0,7f) + C_{СВП}$	$C_{К(7)} = S_{СВ}(13,8 + S_{СВ}0,406) + C_{СВП} 1,3$	$C_{П(7)} = 225 + 16 \cdot (S_{СВ} - 6) + C_{СВП} 2,1$

8 - металлическая податливая СВП + цементация	$C_{Д(8)} = C_{Д(7)} + C_{Ц}$	$C_{К(8)} = C_{К(7)} + 1,3 C_{Ц}$	$C_{П(8)} = C_{П(7)} + 2,1 C_{Ц}$
9 - железобетонная сводчатая + цементация	$C_{Д(9)} = C_{Д(1)} + C_{ДВ} + C_{Ц}$	$C_{К(9)} = C_{Д(9)} 1,3$	$C_{П(9)} = C_{Д(9)} 2,1$
10 - железобетонная замкнутая + цементация	$C_{Д(10)} = C_{Д(1)} + C_{ДВ} + C_{Ц}$	$C_{К(10)} = C_{Д(10)} 1,3$	$C_{П(10)} = C_{Д(10)} 2,1$
11 - бетонная сводчатая + цементация	$C_{Д(11)} = C_{Д(1)} + C_{Ц}$	$C_{К(11)} = C_{К(1)} + C_{Ц} 1,3$	$C_{П(11)} = C_{П(1)} + C_{Ц} 2,1$

П р и л о ж е н и е 3

АЛГОРИТМ ПРОГРАММЫ ОПТИМ

При составлении программы ОПТИМ (рис. 10) с целью упрощения операции ввода исходных данных некоторые величины приняты постоянными. Так, нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений $E = 0,1$; коэффициент накладных и плановых накоплений $K_{н.п} = 1,344$; коэффициент общешахтных расходов при строительстве шахт $K_0 = 2$, а в период эксплуатации $K'_0 = 1,37$; стоимость электроэнергии $e = 0,007$ руб./кВт·ч; оплата за мощность, участвующую в максимуме нагрузки $y = 25,1$ руб./год; годовые амортизационные отчисления на реновацию - 5%.

Значения величин СП, АКГ, ALPH и VIVN вычисляются в программе (блоки 3, 4, 5, 10 и 11 на рис. 10).

Величины IW, E1 и E2 представлены в программе в виде массивов размером 7x9.

Приведенные затраты рассчитываются с учетом типа выработки (блок 5), ее места расположения в вентиляционной сети шахты (блоки 14 и 15), ущерба из-за недостаточной надежности крепи. Причем, убытки будут появляться, если выполняется условие

$$Z = \frac{L}{I2 (1 - АКГ)} \left(\frac{1 - PK}{IW} + \frac{1 - PP}{IW} \right) \leq N \quad (\text{блок 16}), \text{ в противном}$$

случае ущерба нет: $AM2 = 0$ (блок 17).

Результаты расчета печатаются в виде таблицы приведенных затрат по рассматриваемым вариантам крепи для различных видов ее усиления (см. табл. 7).

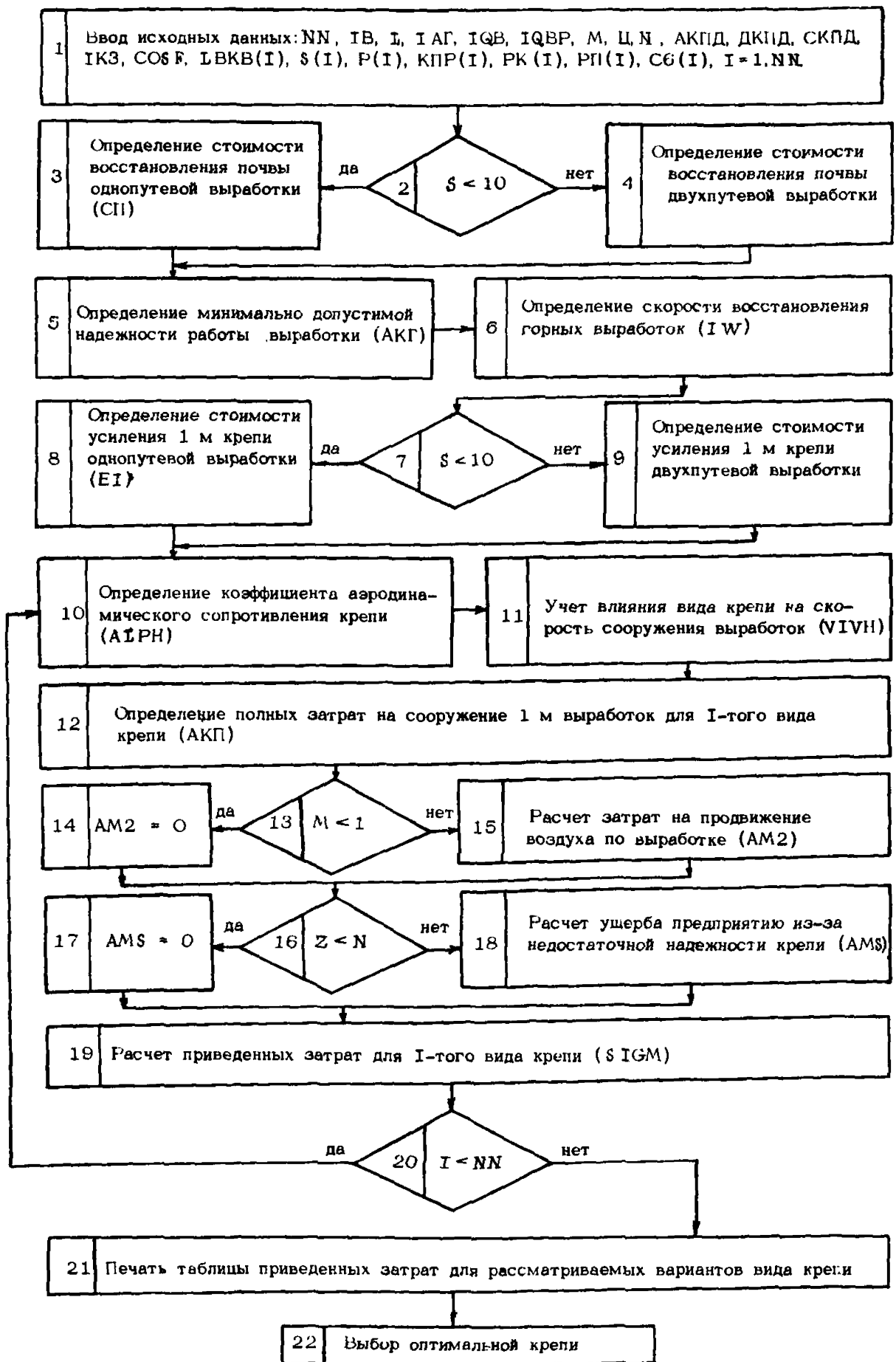


Рис. 10. Блок-схема программы ОПТИМ

ТЕКСТЫ ПРОГРАММ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

П.4.1. Программа НЕДРА (НЕДРА, СИГМА)

НЕДРА

```

        DIMENSION S1(50), S(50), ДМ(50), МЗ(50), КЦМ(50),
        *АМ(50), АЛМНА(50), Х(50), У(50), ЗК(50), СБ(50); S
        П(50), МК(50);
        *МБ(50), МП(50), РК(50), РБ(50), РМ(50);
        *КЦМК(50), КЦМБ(50), КЦМП(50), XSZ(100)
        *, КЦМSS(50), АМSS(50), SSC(50)
        *, SM1(10), SM2(10), LZ1(10), LZ2(10), EJ1(10), EJ2
        (10);
        *АМ1(10), АМ2(10), РКТ1(10), РКТ2(10), EJ1(10), EJ
        2(10);
        *RM1(10), RM2(10), P1(10), P2(10)
        COMMON/B/AMSS, КЦМSS, SSC, N, LKH, LM, ФА, R0, LKЦ; N
        П;
        *LKВШ, LKP, ФП, XS, XE, X0, XP, XP, XF, XV, X0
        COMMON/E/ LAN, LRR, LW, LC, LI, NN1, ЧN2; AKI, PI, QI
        ; Q2, ALD;
        *RI, NP, ND, MR, EB, RKT1, RKT2, SM1, SM2, AM1, AM2; RM1
        ; RM2;
        *LZ1; LZ2, EJ1, EJ2, EF1, EF2, DK, DC, DP, LTK, ROK; ROB
        ; BPI;
        *MP, LФA, EPK, EPN, EPB; APN; KP, KBW, BB1, UK, UN; UB; U
        П, PMINK;
        *PMINN; PMINB, XSK, XS6, XSP, XEK, XEB, XEM, SC, S4, PL
        K; PLB;
        *FLP, CK3, CB3, CP3, LЭУ, LM1, LT; LP, LYC, ROC, KЦ; KЦП
        ; KЦБ;
        *XФK; XФB, XФП, XPK, XPP, XPB, XPK, XPP, XPB, XOK, XOP;
        *XOB; XPK, XEM, XPB, XVK, XVP, XVB, XN, UHK; UHP, UNB; L
        NШ
        *, LBAC; CTM; LTB, MB, P1, P2
        REAL LKH, LM, LФA, LM1, KPB
        REAL KH
        INTEGER A31, S1
        200 READ(1, 2) LЭУ, LBAC, IФA, A31, IН1, IKH, NN
        2   FORMAT(2I1, I2, I3, I4; I3, I2)
        READ(ВK1, 4) (АМ(I), КЦМ(I), S1(I), IЧ1; NN)
        4   FORMAT(F5.1, I1, I5)
        READ(1, 6) X01, X02; Y01, Y02, MB, BB, MP, WAP, KP
        6   FORMAT(4F8.1, 3F5.1; F2.0, I1)
        IF (KP.EQ. 1) READ(1, 3) LT; LP; LYC, ROC
        IF (KP.EQ. 3) READ(1, 3) LT; LP; LYC, ROC
        3   FORMAT(1I2I2, F4.2)
        7   LM1=FLOAT(IH1)
        LM=LM1
        LKH=FLOAT(IKH)
    
```

```

L0A=FLOAT(I0A)
KH=LKH
H=LH
H1=H
0A=L0A
H55=0.5
BF=BB
BB1=3800.
LNW=1
EB=2600000.5
LYK=1
L0A=0A
LYB=1
LX=FIX(WAF)
LPC=LP
LP2=0
LLL=0
IF(X02-LY0.1)X02=0.1
DO 10 I=1,NN
H55=H55+AM(NN-I-1)
H5(I)=H55

DO 12 I=1,NN
S(I)=FLOAT(S1(I))
R(LK)=S
FLB=0.5
FLM=0.5
ROK=BB/2.5
ROB=HR/2.5
IF(KF-EO=0)LP=0
IF(KF-LT=3) GO TO 172
LP1=LP
IF(LT-LT=3) LPM=0
IF(LT-LT=3) GO TO 164
IF(LT-EO=3) GO TO 169
LPM=2*ROK+ROC
GO TO 164
IF(ROC=1.5) 166,167,168
LY=0
GO TO 177

```

```

167 LY=LP1/3.5
GO TO 177
168 IF(ROC-LT=3) GO TO 170
LY=LP1/2.5
GO TO 177
170 LY=LP1/2.5
IF(ROC=0.5) LY=2*ROK
171 LPM=LY
GO TO 164
172 IF(KF-EO=0) GO TO 164
IF(KF-LT=3) GO TO 164
IF(LT-EO=3) LPM=LYC
IF(LT-EO=4) LPM=500
IF(LT-EO=3) GO TO 164
IF(LYC=90) 162,162,165
162 LPM=10+ROC
GO TO 164
163 LPM=6+ROC
LK=KF
DK=0.5
DC=0.5
DM=0.5
A3=A31/37.276
0A=0A/37.276
SB=SIN(0A)
CB=COF(0A)
Y=SB/CB
A2=23+A3
C1=COF(A3)
C2=COF(A2)
S2=SIN(A3)
S3=ABS(S2)
IF(S3-LT=0.01)S2=0.901
S2B=S2**2
C2A=C1**2
S2A=S3**2
YS=(Y02-W01)+SB+S2
YXS=(X02-X01)+SB+C1
SSS=S2B+C2A+S2B+S2A
YX=(Y02-Y01)**2+(X01-X02)**2

```

```

SSQ=(SQRT(SSS))
YXQ=(SQRT(YXS))
TYE=(Y02-X01)/(X02-X01)
RT1=(C1+TYE*S2)/(S2-TYE*C1)
RT=ABS(RT1)
PKBW=ARCTG(RT)
LKBW=FIX(PKBW*52.276)
KBW=LKBW
X(1)=X01
Y(1)=Y01
AMMA(1)=0.5
B=BR
KPB=1.5+BB
RO=BB/2.5
ROB=HB/2.5
ROOT=(X02-X01)**2+(Y02-Y01)**2
A=(SQRT(ROOT))
SA=(Y02-Y01)/A
CA=(X02-X01)/A
IF(KF-NE=1) GO TO 400
IF(LT-EO=5) GO TO 400
X(1)=X01+LP+CA
Y(1)=Y01+LP+SA
CONTINUE
DO 100 K=1,50
OCT=HB+KPB+H5(NN)-H1
KR=K
IF(KF-LT=3) GO TO 206
IF(LT-LT=2) GO TO 206
IF(KF-LT=1) GO TO 200
206 CONTINUE
ASSIGN 14 TO LINK
GO TO INE
74 CONTINUE
102 IF(H5(1)=2K)103,104,104
104 HK(1)=2K
4K=NN
SK(1)=S(NN)
KUMK(1)=KUM(NN)
GO TO 17
GO 16 I=1,NN

```

15	IF(M5(I)=ZK)16,15,15	SM(I)=S(MM)			
	MK(I)=ZK-M5(I-1)	KUMM(I)=KUM(MM)			
	MK=NN-I+1	GO TO 26			
	SK(I)=S(MK)	CONTINUE	19		
	KUMK(I)=KUM(MK)	CONTINUE	26		
16	GO TO 17	OCT=M5(NN)=M1-B			
17	CONTINUE	ASSIGN 56 TO LINK			
	CONTINUE	GO TO 1			
	OCT=MM-M5(NN)=M1	CONTINUE	56		
	ASSIGN 30 TO LINK	IF(M5(I)=ZK)112,113,113	111		
	GO TO 1	MM=NN	113		
30	CONTINUE	GO TO 60			
103	IF(M5(I)=ZK)106,107,107	DO 58 I=1,NN	112		
107	MB(I)=ZK	IF(M5(I)=ZK)58,61,61			
	MB=NN	MM=NN-I+1	61		
	SB(I)=S(MM)	GO TO 60			
	KUMB(I)=KUM(MM)	CONTINUE	58		
	GO TO 26	CONTINUE	60		
106	DO 18 I=1,NN	PK(I)=MK(I)			
	IF(M5(I)=ZK)18,18,20	PB(I)=MB(I)			
20	MB(I)=ZK-M5(I-1)	PM(I)=MP(I)			
	MB=NN-I+1	LK=MB-MK+1			
	SB(I)=S(MB)	LB=MM-MB+1			
	KUMB(I)=KUM(MB)	LP=MM-MP+1			
	GO TO 26	IF(LK=EQ,1)GO TO 49			
	CONTINUE	DO 21 L=2,LK			
26	CONTINUE	J=MK+L-1			
	OCT=M5(NN)=M1	MK(L)=AM(J)			
	ASSIGN 32 TO LINK	PK(L)=PK(L-1)+AM(J)			
	GO TO 1	SK(L)=S(J)			
	CONTINUE	KUMK(L)=KUM(J)	21		
32	CONTINUE	KU=KUMK(LB)			
108	IF(M5(I)=ZK)109,110,110	MK(LK)=KPB-PK(LK-1)			
	MM(I)=ZK	GO TO 62			
	SM(I)=S(MM)	KU=KUMK(I)	29		
	KUMM(I)=KUM(MM)	MK(LK)=KPB			
	GO TO 26	PK(LK)=KPB			
	DO 19 I=1,NN	IF(LB=EQ,1)GO TO 51	62		
	IF(M5(I)=ZK)19,19,25	GO 27 L=2,LB			
25	MK(I)=ZK-M5(I-1)	I=MB-I+1			
	MM=MM-I+1	MB(L)=AM(J)			
		PB(L)=PB(L-1)+AM(J)			
		SB(L)=S(J)	27		
		KUMB(I)=KUM(J)			
		KUMB(I)=KUM(J)			
		KUB=KUMB(I)			
		MB(LB)=MM-PB(LB-1)			
		GO TO 53	51		
		KUB=KUMB(I)			
		MB(LB)=MB			
		PB(LB)=MB			
		IF(LB=EQ,1)GO TO 56	53		
		DO 22 L=2,LP			
		J=MM+L-1			
		MP(L)=AM(J)			
		PM(L)=PM(L-1)+AM(J)			
		SM(L)=S(J)			
		KUMM(I)=KUM(J)	22		
		KUP=KUMM(I)			
		MP(LM)=M-PM(LM-1)			
		GO TO 34			
		KUP=KUMM(I)	34		
		MP(LM)=M			
		PM(LM)=M			
		GO TO 34			
		ZK=Z+(Y(K)+S2+K(K)+CF)+OCT	1		
		GO TO LINK,(14,30,32,56)			
		N=LK	34		
		DO 36 I=1,N			
		AMSS(I)=MK(I)			
		SSC(I)=SK(I)			
		KUMSS(I)=KUMK(I)	36		
		CALL SIGMA			
		XSK=X5			
		XK=X5			
		XDK=XD			
		XPK=XD			
		XVK=XV			
		XOK=XO			
		N=LB			
		DO 38 I=1,N			

```

38  AMSS(II)=MB(II)
    SSC(II)=SB(II)
    KUMSS(II)*KUMB(II)
    RO=ROB
    CALL СИРМА
    RO=OIS+BB
    XSB=XK
    XEB=XE
    XDB=XD
    XMB=XM
    XPB=XP
    XFB=XF
    XVB=XV
    XCB=XO
    XLB=LO
    DO 60 I=1,N
    AMSS(II)=MM(II)
    SSC(II)=SB(II)
    KUMSS(II)*KUMM(II),
    CALL СИРМА
    XSM=XS
    XEM=XE
    XDM=XD
    XPM=XP
    XFM=XF
    XVM=XV
    XCM=XO
    IF(XSB=XSM)42,42,46
    XK=XSB/(NB/(NB+KPB))+(1.-NB/(NB+KPB))*XSB/XS
    IF(XSB=XSM)48,48,52
    XSM=XSB/(NB/(NB+KPB))+(1.-NB/(NB+KPB))*XSB/XSM
    CX=X(XO2-XO1)/YXB
    CY=Y(YO2-XO1)/YXB
    IF(KRGT.4) GO TO 124
    WRITE(ПЧ1,161)
    161  FORMAT(////16Z(1H-))
    WRITE(ПЧ1,160)
    160  FORMAT(////15X,36СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРО
    АКТИРОВАНИЯ:
    *17X;36КАПИТАЛЬНЫХ ФОРМЫХ ВЫРАБОТОК;

```

```

*126X;15M+H E A P A*,
*726X;30M)ВАРИАНТ 1, 1978 ГФ/;
*711X;42МИНИСТЕРСТВО УГЛЬНОЯ ПРОМЫШЛЕННОС
ТИ СССР;
*723X;17M/ B H H M H /)
70  IF(L37EQ.1)WRITE(ПЧ1,70)
    FORMAT(//17X,15НОРИЕНТИРОВОЧНЫЯ)
    IF(L37EQ.2)WRITE(ПЧ1,71)
71  FORMAT(//17X,10ДУТОЧЕННЫЯ)
    WRITE(ПЧ1,72)
72  FORMAT(1M+,22X,36МВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ И С
    ТОИНОСТИ;
    *122X,30MСООРУЖЕНИЯ ВЫРАБОТОК;
    *714X,4MШАХТЫ)
    IF(LBAC.EQ.1)WRITE(3,302)
    IF(LBAC.EQ.2)WRITE(3,304)
    IF(LBAC.EQ.3)WRITE(3,305)
    IF(LBAC.EQ.4)WRITE(3,306)
    302  FORMAT(1M+,37X,8MДОНБАССА)
    304  FORMAT(1M+,37X,8MКУЗБАССА)
    305  FORMAT(1M+,37X,9MКАРАГАНДЫ)
    306  FORMAT(1M+,37X,7MБОРКУНЬ)
    WRITE(ПЧ1;73)1M1,A3F,10A
    73  FORMAT(1X,8MГЛУБИНА ,14,18M АЗИМУТ ПАДЕНИЯ
    *13,19MГРАД УГОЛ ПАДЕНИЯ ,12,4MГРАД)
    WRITE(ПЧ1;75)KPB
    75  FORMAT(1X,38MУГОЛ ВСТРЕЧИ ВЫРАБОТКИ С НАПРАВ
    ЛЕНИЕМ
    *12MПРОСТИРАНИЯ ,13,4MГРАД)
    WRITE(ПЧ1;77)BB,NB
    77  FORMAT(1X,17MШИРИНА ВЫРАБОТКИ ,16F3,10M ВЫ
    СОТА
    *135F,10M В СВЕТУ)
    IF(KRGT.0)WRITE(3,201)
    IF(KR.LT.33)GO TO 129
    IF(LT.LT.32)WRITE(3,202)
    IF(LT.GT.2)WRITE(3,203)
    201  FORMAT(//15X,19МОДИФКАЦИОННАЯ ВЫРАБОТКА)
    202  FORMAT(//15X,6MКАМЕРА)
    203  FORMAT(//15X,30MВЫРАБОТКА ПРИИМКАЮЩАЯ К КАМЕРЕ)

```

88

```

129 IF(KR=EQ,0)GO TO 130
    IF(KR=LT,3)GO TO 173
    IF(LT=LE,2)GO TO 5
    IF(KR=EQ,1)YA=0,
    IF(KR=EQ,2)YA=ROK*2-
    IF(KR=EQ,3)YA=LPM*1,
    IF(KR=GT,3)KR=0
    IF(KR=GT,3)YA=(X(K)-X01)/CA
    GO TO 130
173 IF(KR=GT,1)GO TO 130
    WRITE(M4,79)
79  FORMAT(/,15X,10HСОПРЯЖЕНИЕ)
    WRITE(3,80)LT,LP
80  FORMAT(/,1X,4HУП,11;23H РА
    СТОЯНИЕ ОТ ЦЕНТРА,
    *1HСОПРЯЖЕНИЯ,13;1HЧ)
    WRITE(M4,82)LC
82  FORMAT(/,1X,16HУГОЛ СОПРЯЖЕНИЯ
    ;13,6HРАА)
    WRITE(M4,84)ROC
84  FORMAT(/,1X,28HПОЛОВИНА ШИРИНЫ
    ПРИМКАЮЩЕЙ,
    *10HВЫРАБОТКИ, F3.1,1HМ)
130 IF(KR=EQ,1)GO TO 93
    XSA1=XSK/XXK
    XSA1=ABS(1-XSA1)
    XSA2=XSB/XXB
    XSA2=ABS(1-XSA2)
    XSA3=XSM/YSM
    XSA3=ABS(1-XSA3)
    IF(KR=GT,1)GO TO 93
    IF(KR=EQ,0)GO TO 303
    IF(LT=LT,4)GO TO 93
103 IF(KR=EQ,0)LP=LPM-LX
    IF(KR=EQ,1)LP=0
    XXX=XSK
    XXB=XSB
    XSM=XSM
    IF(XSA1<GT,0.1)GO TO 93
    IF(XSA2<GT,0.1)GO TO 93
    IF(XSA3<GT,0.1)GO TO 93
    IF(LT=EQ,1)GO TO 93

```

```

GO TO 128
93  IF(KR=LT,3) GO TO 205
    IF(LT=LT,3)YA=0,
    GO TO 174
205 YA=(X(K)-X01)/CA
204 IF(KR=EQ,0)GO TO 174
    IF(KR=GE,2) GO TO 174
    IF(LT=EQ,4)GO TO 301
    IF(KR=EQ,2)LP=LPM/3
    IF(KR=EQ,3)LP=LPM
    IF(KR=GT,3)KR=0
    YA=LPM*1,
    IF(KR=GT,3)YA=(X(K)-X01)/CA
    GO TO 174
301 LP2=LP2-LX
    IF(KR=EQ,1)LP2=0
    LP=LPC
    YA=(X(K)-X01)/CA
174 WRITE(3,87)
87  FORMAT(/,1X,36HУДАЛЕНИЕ ОТ
    НАЧАЛА ВЫРАБОТКИ M,
    *2H X= Ч Y= M)
    WRITE(M4,88)YA,X(K),Y(K)
88  FORMAT(1H*,29X,F6.1,6X,F5.1,
    5X,F5.1)
5  CONTINUE
    IF(LT=EQ,1)GO TO 126
    WRITE(M4,89)
89  FORMAT(/,1X,8HКРОВЛЯ :)
    IF(KC=2)92,91,90
90  IF(KC=4)140,141,142
140 WRITE(M4,127)XVK
    GO TO 118
141 WRITE(M4,143)XVK
    GO TO 118
142 WRITE(M4,144)XVK
    GO TO 118
91  WRITE(M4,104)XVK
    GO TO 118
92  WRITE(M4,95)XVK

```

```

118 WRITE(M4,96)
96  FORMAT(/,1X,8HПОЧВА :)
    IF(KCM=2)99,98,97
    IF(KCM=4)145,146,147
97  WRITE(M4,127)XVK
145 GO TO 122
    WRITE(M4,143)XVK
146 GO TO 122
    WRITE(M4,144)XVK
147 GO TO 122
    WRITE(M4,94)XVK
98  GO TO 122
    WRITE(M4,95)XVK
99  WRITE(M4,114)
122 FORMAT(/,1X,8HБОКА :)
114 IF(KCB=2)117,116,115
    IF(KCB=4)150,151,152
115 WRITE(M4,127)XVB
150 GO TO 126
151 WRITE(M4,143)XVB
    GO TO 126
152 WRITE(M4,144)XVB
    GO TO 126
116 WRITE(M4,94)XVB
    GO TO 126
117 WRITE(M4,95)XVB
95  FORMAT(1H*,9X,10HПЕЧАНИК =
    F6.0,5HTE/M2)
96  FORMAT(1H*,9X,10HНАЛЕВОРОЛИТ =
    F5.0,5HTE/M2)
127 FORMAT(1H*,9X,10HПРИЛИТ =
    F5.0,5HTE/M2)
143 FORMAT(1H*,9X,10H ПЛИНА =
    F5.0,5HTE/M2)
144 FORMAT(1H*,9X,10H УГОЛЬ =
    F5.0,5HTE/M2)
126 CALL RWBOP
128 X(K+1)=X(K)+ШАР*CFX
    Y(K+1)=Y(K)+ШАР*CFY
    IF(ШАР*LY<0.4)GO TO 200
    IF(KR=EQ,0)GO TO 209

```



```

IF(KRT=0)GO TO 307
IF(LT=LT-3)GO TO 300
IF(KRT=0)YA=2*ROK
GO TO 30A
307 IF(LT=0)GO TO 207
IF(KRT=0)YA=LPM/3-
308 IF(KRT=2)YA=LPM+17
IF(KRT=3)YA=LPM+3A7
300 CONTINUE
X(K+1)=Y0+YA+CFX
Y(K+1)=Y0+YA+CFY
207 CONTINUE
IF(LLI=0)GO TO 200
IF(X(K+1) > LIX2) GO TO 100
LLI=1
X(K+1)=X02
Y(K+1)=Y02
100 CONTINUE
52 STOP
END

```

СИГМА

```

SUBROUTINE СИГМА
DIMENSION AM(50),KUM(50),B(50),SM(50),EM(50),DM(50),MEM(50),PM(50),PMU(50),VM(50),MM(50),K(3),C(3)
COMMON/В/ AM,KUM,S,N,KH,FA,RO,KU,H1,KBSH,KP,CP,XS,XE,XD,XP,XP,XP,XV,X*
REAL KP,KPK,K,KH,KSG
DO I=1,B
K(I)=S(I)
RM=RO
KU=KUM(I)
AFH=2.6+H/K(I)

```

```

KSG=C(I)
IF(K=0,1)YSK=1-
IF(K=2,3)YSK=1-
IF(K=4,5)YSK=1-0
IF(K=6,7)YSK=0.73
IF(K=8,9)YSK=0.7
IF(K=10,11)YSK=0.33
K=K+1/10000.
Z=Z+K
ZPL=K+0.002
AS=(1.6-3+2XP(ZPL)+10.+(KK1)
K2=(1.8+0.204+K)*10.+(KK2)
CS=2-0.002+K
CP=0.1
IF(Y=5+.200.)CS=0.7
IF(K=2)CP=90.-CP
Z_3=(AS+K(1)+2+BS+K(1)+CS)/YSK
IF(K=3)RM=AM(I)
IF(AM(I).GT.RO)RM=RO
BS=2*PM/RLS
WZ=0.7
IF(PBS.LE.10)GO TO 301
BS=2/(1+WLZ+A*LOG(RBS))
AS=2.6+H/K(I)+WS)
BS=EXP(FA+AS/400.)
S=1+WS*
GO TO 302
S=1.7
CONTINUE
FA=2.6+2*MPK
AJ=0.7
Z=JERH+MP/3420E
IF(CW.GT.1.35)*KW=1.57
W=450*W
K=H+W*(COS(CP)+SIN(CP))/AW)
Y(I)=KSG
S=450*(K(I)+WS+250000.
AS=2.6+H/(K(I)+WKW)
IF(KSG.LT.1000.)E=300.*KSG
Z2=1.-EXP(-AS)

```

```

IF(KU=0)CW2=17
WKW=WKW+CW2
K(I)=K(I)+WKW
X=0.7
AL=0.7
AED=E/1000000.
IF(KSG=5000)196,96,16
K8=196+KSG*0.003
GO TO 11
96 K8=248+KSG*0.0015
16 K8=248+KSG*0.0015
11 V=72
AFH=2.6+H/K(I)
IF(KU.LT.6)GO TO 235
FXK=0.75
C(1)=20.
DEL=0.003
ME=6.7
E=300*00.7
KP=1.57
GO TO 20
235 CONTINUE
IF(KU=6)166,143,146
143 BTK=2
C(1)=10.7
DEL=0.125-500288+AED
KP=1.57
E=300.*KSG
ME=20.7
K(I)=KSG
GO TO 20
146 FXK=5A
C(1)=35.7
DEL=0.047-3006+AED
KP=1.57
ME=1.57
GO TO 20
166 CONTINUE
IF(KU=2)13,16,17
15 BTK=7
C(1)=K8
DEL=0.0500-0.00560*AED
KP=1.57
ME=1.57

```

06

```

16 GO TO 20
   FTK=1.7
   Q(1)=QKS
   DEL=.008-000139*AEQ
   KD=1.1
   PE=1.5
17 GO TO 20
   FTK=1.7
   Q(1)=QKS
   DEL=.0125-000288*AEQ
   KP=1.2
   PF=2.
20 CONTINUE
   KP=KD*(1.2-0.25*KPK)
   IF(KP=1.05)RC,80,81
   KP=1.05
80 IF(KD=1.25)B2,82,83
81 KD=1.25
82 CONTINUE
   SM(I)=K(1)
   VM(I)=KSG
   EM(I)=E
   DM(I)=DEL
   PEM(I)=PE
   PM(I)=KP
   FCM(I)=FTK
   QM(I)=Q(1)
   AS1=0.
   XS=SM(1)
   XE=EM(1)
   XD=DM(1)
   XM=PEM(1)
   XP=PM(1)
   XF=FCM(1)
   XV=VM(1)
   XQ=QM(1)
   IF(N.EQ.1)GO TO 3
   M=N+1
   DO 2 I=1, M
     AS1=AS1+AM(I)
     AS2=AS1+AM(I+1)
     XM=AS1/AS2

```

```

   XM1=1./XM
   XS=XS/(XM*XS+XM1/SM(I+1))
   XE=XE/(XM*XE+XM1/EM(I+1))
   XD=XD/(XM*XD+XM1/DM(I+1))
   XM=XM/(XM*XM+XM1/PEM(I+1))
   XP=XP/(XM*XP+XM1/PM(I+1))
   XF=XF/(XM*XF+XM1/FCM(I+1))
   XV=XV/(XM*XV+XM1/VM(I+1))
   XQ=XQ/(XM*XQ+XM1/QM(I+1))
2   CONTINUE
3   RETURN
   END

```

П.4.2. Программа ШТРЕК (ШТРЕК, ВРЕМЯ, ОТПОР)

```

      ШТРЕК
      SUBROUTINE ШТРЕК
      DIMENSION Q(3), K(3), FT(28),
      KY(3,28), W(3), T1(28), FT(28),
      =VT(28), ET(28), GT1(28), P3(2
      8), PS3(28), Z3(28), P2(10),
      =PO(28), PKC(28), P1(10), PW1(
      28), P1M(28), Z2(28), Z1M(28),
      =U1(28), UO(28), PA3P(28), Z2M
      (28), R1M(28), FT1(28), TKT(3,28),
      =C(3), B1(6), AE(6), AE1(6), F1
      (6), E2(6), E3(6), MA(28), KMB(6),
      =DR1P(28), VR(28), U3(28), K3(
      28), PMIN(28), P=(28), T(28),
      =, SM1(10), SM2(10), LZ1(10), L
      Z2(10), EF1(10), EF2(10),
      =OM(3), RL(28),
      =R2(28), U2(28),
      =AM1(10), AM2(10), RKT1(10), R
      KY2(10), EJ1(10), EJ2(10),
      =RM1(10), PM2(10)
      COMMON /A/ KLM, K, KY, KP, KSG, K
      W, M, M1, Q, OT, SOT,
      =W, BB, T, T1, TKT, GT1, M, CRZ, ME
      , AK, X, L, IL, Z1M;

```

```

      +Z2, Z3, RO, M1, R2, R3, R1, RL, Q
      M, UO, U1, U2, U3,
      +VR, PO, PKC, PKF, PMIN, P, Z2, L
      Q, OM, O, NW
      =, EKP, LYKB: PEB, EP
      COMMON /E/ LAM, LRR, LW, LC, L1
      , AM1, NN2, AK1, F1, Q1, Q2, ALD,
      =R1, AP, AD, MR, EB, RKT1, RKT2, S
      M1, SM2, AM1, AM2, RM1, RM2,
      =LZ1, LZ2, EJ1, EJ2, EF1, EF2, OK
      , DC, DM, LTK, ROK, ROB, BP,
      =MP, LCA, PКТPN, PB, PP, KP, KB, B,
      BB1, UK, UN, UB, UM, PMIN, K,
      =DMIAN, PMINB, KKP, KB, K7, EX, E
      ME, EP, SC, SM, PLK, FLB,
      =FLM; CK3, CB3, CP3, LAT, LM1, LT
      : LP, LYE, ROC, KUX, KUM, KLB,
      =FIX, EIB, OIP, KPK, KPI, QOB, TE
      X, MEP, PEB, DELX, DELP,
      =DELB, FTXX, FTN, FTB, V, VP, VB,
      KM, UK, UMP, UMB, LNW
      =, LBAC, CTM, LTB, MB, P1, P2
      REAL K; KPY, KKP, KP, KB, XPK, KP
      M, KPB, KT, M
      INTEGER Q1, B7
      REAL LFA, LM1, LKM, LM; KM, KSG
      LI=FIX(LM1)
      LKM=KM
      NW=LNW
      1 IF(NLT.EQ.1)WRITE(3,62)
      3 EKP=EB
      LYKB=LTK
      M1=LM1
      M=M1
      PEB=PEX
      C3K=CK3
      C3P=CP3
      C3B=CB3
      Q=LQA
      DC=DK+103
      DM=DK
      B7=FIX(BB1)

```

```

RD=R0K
X=0.
*(1)=*IX
114 IF(NW.GT.1)GO TO 122
IF(KF=1)201,201,121
201 IF(KB=45)120,120,119
119 WRITE(M4,12)
12 FORMAT(//10X,29HPACHEТ
УСТОЙЧИВОСТИ КВЕРШАРА)
GO TO 122
120 WRITE(M4,13)
13 FORMAT(//10X,26HPACHEТ
УСТОЙЧИВОСТИ ШТРЕКА)
GO TO 122
121 IF(KF.EQ.2)WRITE(3,95)
122 IF(KF.LT.3)GOTO256
RD1=LP+57
RD2=174
RD3=178
RD4=17
241 IF(ROE.LT.175)GO TO 247
RD1=LP+175
RD2=173
RD3=1745
RD4=171
242 IF(ROE.LT.175)GO TO 247
RD1=LP+173
RD2=1725
RD3=1737
RD4=1715
243 IF(ROE.LT.175)GO TO 247
RD1=LP+172
RD2=172
RD3=173
RD4=172
244 IF(ROE.LT.27)GO TO 247
RD1=LP+171
RD2=1713
RD3=1720
RD4=1725
IF(ROE.LT.37)GO TO 247

```

```

245 RD1=LP+1705
RD2=1709
RD3=1715
RD4=173
IF(ROE.LT.47)GO TO 247
246 RD1=LP+17
RD2=17
RD3=17
RD4=174
247 DSS=0.165*RD1/RO
DK1=(17-EXP(DSS))**2
IF(LT.EQ.1)GO TO 248
IF(LT.EQ.2)GO TO 249
IF(LT.EQ.3)GO TO 250
IF(LT.EQ.4)GO TO 251
248 AK=DK1*RD2
IF(NW.EQ.1)WRITE(3,235)
235 FORMAT(//10X,26HPACHEТ
УСТОЙЧИВОСТИ КАМЕРЫ)
GO TO 228
249 AK=DK1*RD3
IF(NW.EQ.1)WRITE(3,235)
GO TO 228
250 AK=RD4
IF(NW.EQ.1)WRITE(3,237)
237 FORMAT(//15X,30HPACHEТ
УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТКИ
*13НВВЛАЗИ КАМЕРЫ)
GO TO 228
251 AK=173
IF(NW.EQ.1)WRITE(3,237)
GO TO 228
236 CONTINUE
95 FORMAT(//17X,35HPACHEТ
УСТОЙЧИВОСТИ ШАХТНОГО СТВОЛА)
IF(KF.EQ.2)GO TO 210
IF(KF=1)210,212,228
212 CL=FLOAT(LYC)
IF(KF.EQ.3)LYC=90
YC=LYC/1147552
CYC=COS(YC)

```

```

SYC=SIN(YC)
TYC=SYC/CYC
IF(LT=2)222,223,224
222 АКМ=17
R=LP+TYC/ROC
GO TO 225
223 АКМ=1713=(118-LYC/100.)
R=LP+TYC/ROC
GO TO 225
224 IF(LT=4)226,227,227
226 АКМ=17
R=LP+0.58/ROC
RB=(LYC-LP)*0.58/ROC
AB=1.417*(AKM+RB)**2.
GO TO 225
227 АКМ=17
R=LP/ROC
225 АК=1.417*(AKM+R)**2.
IF(LT=3)228,229,228
229 АК=AK+AB
228 M1=M1+AK
M1=IFIX(M1)
IF(NW.GT.1)GO TO 4
WRITE(M4,63)
IF(KF.EQ.1)WRITE(M4,202)
IF(KF.EQ.3)WRITE(M4,310)
310 FORMAT(/6X,31H
ТАП ROC
=18H LP H )
202 FORMА(/6X,31HHA COnPЯHE
HИИ ТАП yPOA ROC,
=18H LP H )
WRITE(3,221)LT,LYC,ROC,L
P,IM1
221 FORMAT(1H,24X,11,6X,12,
5X,64,2,4X,12,3X,14)
210 CONTINUE
63 FORMAT(1H,47X,9HTABЛИЦА
4)
IF(NW.GT.1)GO TO 4

```

```

24 WRITE(741,24)
  AMMIE 1 H= M ;
  *32MKH= i A= PPAА :
  T1= (CYT)
  IKH=LKH
  I+A=L+A
  WRITE(3;32)LI;IKH,I+A,87
32 FORMAT(4H*,21X,14,7X,13,
  7X,12,10X;14)
  WRITE(741,2)
  FORMAT(19X,21H C3K C
  3b C3П ,
  *21H FLK FLB FLП
  )
  WRITE(741,219)C3K,C3B,C3
  M,FLK,FLB,FLM
219 FORMAT(21X,F4,2,3X,F4,2,
  3X,F4,2,3X,F4,2,
  *3X,F4,2)
6 K(LM=1
  A=M+A
  H2=H1
  KMB(1)=3
  KMB(2)=2
  KMB(3)=1
  A=M+M/57-276
  C=M=CMB(A)
  S=M=314(A)
  IF(A=30)303,303,304
303 H3=H2+0.8
  GO TO 305
304 IF(A=45)306,306,307
306 H3=H2+0.85
  GO TO 305
307 H3=H2
305 IF(KBШILY<65)GO TO 308
308 H3=H2+0.7
  CONTINUE
  IF(KP<EQ,3)GO TO 126
  IF(KP=1)126,126,140

```

```

126 DO 139 KM=1,3
  K(LM=KMB(KM)
  IF(KLM=2)115,116,117
115 K(1)=KB
  KU=KUB
  A(1)=AIB
  D=DC
  RO=ROB
  CRZ=C3B
  ZZ=FLB
  E=EMB
  KSG=VB
  KP=KPB
  DEL=DFLB
  ПEB=ПFB
  FTK=FTB
  IF(LA=2)10,10,211
211 IF(NEW.EQ,1)WRITE(3,209)
  H=H1
  GO TO 127
  IF(NEW.EQ,1)WRITE(3,123)
10 FORMAT(/10H; 6OKA :)
123 H=M3
  GO TO 127
116 K(1)=KP
  E=EM
  KSG=VM
  KP=KPB
  DEL=DELN
  ПEB=ПEN
  D=DM
  FTK=FTN
  H=H1
  KU=KUN
  A(1)=AIM
  ZZ=FLN
  CRZ=C3M
  IF(NEW.EQ,1)WRITE(3,124)
124 FORMAT(/10H; ПОЧВА :)
  GO TO 127
117 IF(KBШ=45)203,203,205

```

```

203 IF(A=10,1205,205,206
205 IF(NEW.EQ,1)WRITE(3,125)
  L=A1
125 FORMAT(/10H; КРОВАЯ :)
  E=EX
  KSG=V
  KU=KUX
  A(1)=AIX
  DEL=DELX
  ПEB=ПEX
  FTK=FTKX
  CRZ=C3K
  ZZ=FLK
  D=DK
  K(1)=KKP
  KP=KPK
  GO TO 127
206 IF(A=45,1207,207,208
207 IF(NEW.EQ,1)WRITE(3,209)
  ZZ=FLK
  CRZ=C3K
  K(1)=KKP
  KU=KUX
  FTK=FTKX
  E=EX
  KSG=V
  A(1)=AIX
  DEL=DELX
  ПEB=ПEX
  D=DK
  KP=KPK
  H=H1
209 FORMAT(/10H; ПО НОРМАЛ)
  L=A2
  GO TO 127
208 WRITE(3,123)
  H=H1
  ZZ=FLK
  CRZ=C3K
  K(1)=KKP

```

```

MEB=PFY
DEL=DFLX
KU=KUX
FTK=FTKX

E=EX
KSG=V
Φ(1)=ΦIX
D=DK
KP=KPK
L=3
GO TO 127

140 M=M2/27
ZZ=075
CRZ=0705
K(1)=KKP
D=DK
KU=KUX
FTK=FTKX
E=EX
KSG=V
Φ(1)=ΦIX
MEB=PFY
KP=KPK
L=1
IF(NW:EQ:1)WRITE(3,14)
141 FORMAT(/FCM: 1)
127 AFM=276+M/K(1)
IF(KU=4)166,143,146
143 IF(NW:FC:1)WRITE(3,153)
153 FORMAT(1M+,12X,13M CM
MA
:
*37MSK= T/M2 : ΦI= Γ
PAA : RC= M 1)
GO TO 20
146 IF(NW:EQ:1)WRITE(3,156)
156 FORMAT(1M+,12X,13M YGO
AB
:
*37MSK= T/M2 : ΦI= Γ
PAA : RC= M 1)
GO TO 20
166 CONTINUE

```

93

```

IF(KU=2)15,16,17
15 IF(NW:EQ:1)WRITE(3,18)
18 FORMAT(1M+,12X,13M MECH
АНК :
*37MSK= T/M2 : ΦI= Γ
PAA : RC= M 1)
GO TO 20
16 IF(NW:EQ:1)WRITE(3,19)
19 FORMAT(1M+,12X,13M ALEBP
ОЛМТ :
*37MSK= T/M2 : ΦI= Γ
PAA : RC= M 1)
GO TO 20
17 IF(NW:EQ:1)WRITE(3,21)
21 FORMAT(1M+,12X,13M APPI
ЛЛМТ :
*37MSK= T/M2 : ΦI= Γ
PAA : RC= M 1)
CONTINUE
KL=YFIX(K(1))
ΦL=IFIX(Φ(1))
ΦM(1)=Φ(1)
Φ(3)=Φ(1)
Φ(2)=Φ(1)
DO 26 J=1,3
Φ(J)=Φ(J)/57,276
26 W(J)=2*SIN(Φ(J))/(1-SIN(
Φ(J)))
SΦ1=SIN(Φ(1))
BB=BB1+2.
IF(BB=900)230,230,231
231 BB=5000.
230 CONTINUE
FT(1)=1.
T(1)=0.
T(2)=2.
T(3)=5.
T(4)=10.
T(5)=20.
T(6)=30.
T(7)=50.
T(8)=80.
T(9)=150.
T(10)=360.
T(11)=1080.
T(12)=5500.
IF(BB.GT.800.)NBK=24

```

```

IF(BB.GT.800.)GO TO 311
IF(BB.LT.2.)GO TO 311
DO 68 I=2,12
A1S=T(I)-175
69 IF(A1S=BB)68,69,69
T(I-1)=BB
NBK=(I-1)*2
GO TO 311
68 CONTINUE
311 CONTINUE
DO 25 I=2,12
IF(KU=4)154,155,157
EFT=-0.3008*T(I)
154 GO TO 25
155 EFT=-0.01*AT(I)
GO TO 25
157 EFT=-.05*T(I)
IF(KU:EQ:6)EFT=-0.003*T(I)
25 FT(I)=FTK*(1-FTK)*EXP(EFT)
IF(NW:EQ:1)WRITE(3,27)K(1),
#L,RO
27 FORMAT(1M+,28X,F5.0,10X,I2;
'0X,F4(2)
DO 29 I=1,12
FT1(I)=FT(I)
T1(I)=T(I)
29 DO 30 I=1,12
FT(2+I)=FT1(I)
FT(2+I)=FT(2+I-1)
T(2+I)=T1(I)
T(2+I)=T(2+I-1)
30 DO 31 I=1,24
CTZ=1E/W(I)
CT=075
CT1=DFL/CT
BZ=1.
FT(I)=CZ1*(86600*FT(I))**CT
IF(I%2)GT(50)Φ(I)=ΦT(I)53
FZ=1+ΦT(I)
ET(I)=EZFZ
VT(I)=0.5-0.3/FZ
GT1(I)=.5*ET(I)/(1+VT(I))
31 CONTINUE
DO 61 I=7,12

```

```

61  Y(2*I-1)=Y(I)
    Y(2*I)=Y(2*I-1)
    P0(I)=E08
    Z1M(1)=1
    Z1M(2)=1
    IL=0
    COS(φ(I))
    K(1)=KW*(1-SIN(φ(I)))/(2.0
    K(2)=K(1)
    K(3)=K(2)
    EP=E
    IF(NW.EQ.1)WRITE(3,33)
    IF(NW.EQ.1)WRITE(3,34)
    IF(NW.EQ.1)WRITE(3,135)
    IF(NW.EQ.1)WRITE(3,35)

    DO 36 J=1,3
    DO 36 I=1,26
    KT(J,I)=K(J)+FT(I)+COS(φ(J)
    )/SIN(φ(J))
36  TKT(J,I)=KT(J,I)
    TKT(2,24)=1000.
    TKT(2,25)=1000.
    TKT(1,25)=1000.
    TKT(1,26)=1000.
    L=1
    CALL ВРЕМЯ
    IF(NW.GT.1)GO TO 300
    IF(NW.EQ.1)WRITE(3,60)(T(I)
    ,PX(I),PMIN(I),UO(I),Z1M(I)
    ,+22(I),23(I),RL(I),VR(I),I=6
    ,24,4)
34  FORMAT(/45H : T I PX I P
MINI UO I Z1 I
    22 I 23 I
    *17H RL I V I)
60  FORMAT(2H I,F5.0,1H I,F5.0,1
H I,F5.0,1H I,F6.2;
    1H I,F5.2,1H I,F5.2;
    *1H I,F5.2,1H I,F7.2,1H I,F/0.2;
    1H I)
735 FORMAT(/45H :СУТКИ T/M2: T
/M2I CM I I
    *17H I M I MM/СУТ I)
33  FORMAT(/62(1H=))
35  FORMAT(/62(1H=))
62  FORMAT(/1111/62(1H=))
300  IF(NW.EQ.1)WRITE(3,35)
    IF(L=2)136,137,138
136  IF(L=2)217,217,218
217  PB=PW(24)
    PMINB=PMIN(24)
    UB=UO(24)
    UMB=UO(NBK)+0.01
    RL=RI(24)
    GO TO 139
218  PB=PW(24)*SOM
    PN=PX(24)
    RL=RI(24)
    RL=RI*N+SOM
    UN=UO(24)
    UB=UN+SOM
    UMB=UO(NBK)+0.01
    PMINN=PMIN(24)
    PMINB=PMINN+SOM
137  GO TO 139
    UP=UO(24)
    UMP=UO(NBK)+0.01
    RLM=RI(24)
    PMINN=0
    GO TO 139
138  IF(L=2)214,215,216
    IF(KBM(L)=45)GO TO 233
214  UC=UO(NBK)+0.01
    PK=PX(24)
    UK=UO(26)
    GO TO 232
233  PK=PW(24)+COM
    UHK=UO(NBK)+0.01
    PN=PX(24)
    UK=UO(24)+COM
    CONTINUE
    RL=RI(24)
    UN=UO(24)
    PN=PX(24)
    PMINN=PMIN(24)
    RL=RI(24)
    PMINK=PMIN(24)
215  GO TO 139
    PK=PW(24)+COM
    PN=PX(24)
    RL=RI(24)
    RL=RI*N+COM
    UN=UO(24)
    UK=UN+COM
    UHK=UN(NBK)+0.01
    PMINN=PMIN(24)
    PMINK=PMINN+COM
    GO TO 136
216  PK=PW(24)
    RL=RI(24)
    UK=UO(24)
    UHK=UN(NBK)+0.01
    PMINK=PMIN(24)
    CONTINUE
    IF(NW.GT.1)GO TO 100
158  WRITE(3,158)10HРАСЧЕТНЫЕ ПА
РАМЕТРЫ)
159  WRITE(3,159)
    FORMAT(/20X,23HКРОВАЯ ПО
НОРМАЛИ
    *16HБОКА ПОЧВА)
213  WRITE(3,213)
    FORMAT(/1X,27HПЕРЕМЕЩЕНИЕ
    CM, CM CM *
    *33H CM CM CM *
160  WRITE(3,160)UK,UN,UB,UP
    FORMAT(14H,18X,F6.2,5X,F6.2
    ,5X,F6.2,5X,F6.2)
    WRITE(3,161)
161  FORMAT(1X,27HНАПРУЖКА
    T/M2: T/M2 T/M2
    *33H T/M2 T/M2 T/M2
    IF(BB=900)163,162,162
162  WRITE(3,162)PMINK,PMIN,PMI
NB,PMIN
166  FORMAT(11H,18X,F5.1,6X,F5.1
,6X,F5.1,6X,F5.1)
    GO TO 165
163  WRITE(3,163)PK,PN,PB,PP
165  WRITE(3,165)

```

```

167  FORMAT(1X726H30HA MEYH AE00
PH      M,          M          M
      *33M          M          M
      *4)
WRITE(3,16H)RLK,RLN,RLB,RLM
100  CONTINUE
      RETURN
      END

```

BPENH

```

SUBROUTINE BPENH
DIMENSION*(3),K(3),FT(28),KT
(3,28),W(3),T1(28),*T(28);
*VT(28),ET(28),GT1(28),P5(28)
,P53(28),Z3(28),P2(28),P0(28),
*PKC(28),P1(28),MP1(28),P1P(2
8),Z2(28),Z1P(28),R2(28);U2(28);
*U1(28),UC(28),PA3P(28);Z2P(2
8),R1P(28),PT1(28);TKT(3,28);
*C(3),B1(6),AE(6),AE1(6),E1(6
),E2(6),E3(6),PA(28),KPB(6);
*DR1P(28),VR(28),U3(28);R3(28
);PMIN(28),PW(28);T(28);
*OM(3),RL(28)
REALKP
REALKT
REALM
REAL K,KS6
COMMON/A/KLM,K,KT,XP,KS6,KW,
M,M1,*OT,S*1,
*W,BB,T,T1,TKT,GT1,M,CRZ,ME;A
K,X,L,IL,Z1P;
*Z2,Z3,R0,R1,R2,R3,R1P,RL,*M;
U0,U1,U2,U3,
*VR,P0,PKC,PKF,PMIN;PW,ZZ,L*,
*NR,D,NW
*,EKP,LTk,RE,E
AFK=0.01+0.015+KW/1000.
AKM=AFK*(1)+57.276
AK=EXP(AKM)
DO 37 I=1,24

```

```

CT3=W(2)/(W(2)+2.)
SV=1.+T(I)/RO+0.1*RO
SZ=(1.-EXP(-SV))*2.6
P3(I)=W+SE*KT(1,I)
FT(I)=KT(I,I)/KT(I,I)
HG=SZ+W/KW
YS=2430/W(2)
AC1=0.5+E7GT1(I)
CT10=1/(2*W(1)*X)
ANG=(HG+FT(I)/W(1))+S*1
PEYX=PE
Z3(I)=(PE/(AC1+ANG))*CT10
CTZ=1/W(1)
Z4=((HG+W(1)/FT(I)+1.)*(1.-B
*1))**CTZ
IF(Z3(I)-Z4)92,92,93
93  Z3(I)=Z4
92  CONTINUE
IF(Z3(I)-1)84,31,31
84  Z3(I)=1M
37  P3(I)=P3(I)+(1.-S*1)
CT8=W(1)
P2(I)=P53(I)+Z3(I)+*CTB
MP1(I)=P2(I)-KT(1,I)+KT(2,I)
CT2=2.*W(1)*X
DR1P(I)=2*GT1(I)+{KP-1.}/
*(W(2)+P3(I)+S*1+Z3(I))*CT2
P1P(I)=MP1(I)/(DR1P(I)+*CT3)
P0(I)=T0
CT6=1/W(2)
Z2P(I)=(MP1(I)/P1P(I))*CT6
IF(L=7)38,39,39
38  RI=RO
GO TO 40
39  RI=R1P1
40  CONTINUE
MA(I)=RI+SIL*(1)+*P3(I)/(2.
*GT1(I))
PW(I)=0.
PKF=1
PKC(I)=.07
IF(BB*GT1.900.) BB=6000.
IF(T(I)-BB)169,169,41
41  IF(PW(I)-1)300,300,301

```

```

300  E3B=100.
GO TO 302
301  IF(PW(I)-1)=300)303,303,304
303  E3B=350.
GO TO 302
304  E3B=1000.
302  S0=1000000F
EKP=246+S0
T0=3.
C0=0.975/S0
AA=4.742/S0
C1G=0.705
TA=T(I)-BB
YA1=TA-T0
I*(TA*LT.T0)TA=1.05+T0
XCG=EXP(-C1G+TA)
X1G=EXP(-C1G+TA1)
X2G=EXP(-C1G+T0)
X3G=A1*OG((1-XCG)/(1-X2G))
X4G=(T-X1G)+C0/(C1G+TA)
X5G=0.5*(C1G+TA1)**2
X6G=AA+XCG/TA
*CO*TA1/TA
T5=ALOG(TA/T0)+AA/TA=X6G
T6=X6G*(ALOG(TA/T0)+C1G+TA1-
X5G)
T7=T4+T5=T6
ETA=EKP*(1-X2G)
TD=1/ETA*(C0+AA/T0)*(1-XCG)
ETK=T0+T0/TA+T7
EKP=1/ETK
ENPOK=26000.
DMPOK=0.
ENP=EKP*RO/(RO+EKP+DMPOK
/ENPOK+6.73)
DM3=(D/RO)**3
GKP1=2.+ENP*DM3/RO
GKP=GKP1+(1+2.+3Z*RO/D)
A=1.7
IF(ZZ*LT.T0)21)A=0.5

```

```

110 P=PL*E2; CKP=GKP+A
120 P=PE*E3; CKP=GKP+A
130 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
140 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
150 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
160 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
170 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
185 PC(I)=PZ
169 CONTINUE
128 PW(I)=P0(I)+C.5*PKC(I)
PKF=PW(I)
GO TO 42
129 PW(I)=P0(I)+PKC(I)
PKF=P0(I)+PKC(I)
IF(PW(I))172,172,42
172 PW(I)=.01
GO TO 42
130 PW(I)=P0(I)+PKC(I)
PKF=P0(I)
42 P1(I)=PKF+KT(2,I)
Z2(I)=(P1(I)/P1(I))*CT6
IF(Z2(I)=1)5,85,86
85 Z2(I)=1
86 CONTINUE
R2(I)=Z2(I)+R1
R3(I)=Z3(I)+R2(I)
U3(I)=R3(I)+R3(I)+S+1+100
/(2.+GT1(I))
CT9=(1+X+W(I))

```

```

170 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
180 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
190 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
200 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
210 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
220 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
230 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
240 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
250 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
260 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
270 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
280 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
290 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
300 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
310 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
320 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
330 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
340 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
350 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
360 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
370 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
380 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
390 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
400 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
410 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
420 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
430 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
440 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
450 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
460 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
470 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
480 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
490 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
500 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
510 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
520 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
530 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
540 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
550 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
560 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
570 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
580 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
590 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
600 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
610 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
620 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
630 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
640 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
650 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
660 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
670 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
680 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
690 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
700 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
710 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
720 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
730 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
740 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
750 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
760 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
770 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
780 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
790 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
800 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
810 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
820 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
830 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
840 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
850 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
860 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
870 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
880 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
890 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
900 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
910 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
920 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
930 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
940 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
950 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
960 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
970 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
980 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
990 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1
1000 P=P2*E3; CO=CO*CO; CO1

```

```

COJ=1
IF(DA3P(I)GT.0)GO TO 55
LW3
RRR=1
CT7=17/W(3)
A51=P47(I)-KT(2,I)+KT(3,I)
A62=PKF+KT(3,I)
Z1M(I)=(A51/A52)+CT7
R1M(I)=Z1M(I)+RR
EZ=3-5
GRW=1+EZ+(Z1M(I)-1)/Z4(I)
IF(CRZ>LY-0.02) GO TO 55
KT(2,I+1)+KT(2,I+1)+GRW
IF(KT(2,I+1)-KT(2,I))>3.5
3,604
404 KT(2,I+1)=KT(2,I+1)
53 - CONTINUE
ARO=RO-100
U0(I)=U1(I)+Z1M(I)
IF(U1(I)-2)GO TO 407
IF(U0(I)GTU0(I+2))GO TO 407
U0(I)=U0(I+2)+1.01
R2(I)=R2(I-2)
Z2(I)=Z2(I-2)
407 CONTINUE
IF(U0(I)=ARO)54,55,55
55 U0(I)=ARO
U1(I)=ARO
U2(I)=ARO
R2(I)=99
R1=99
VR(I)=10
GO TO 57
54 CONTINUE
IF(I=2)64,64,65
65 VR(I)=(U0(I)-U0(I-2))/(T(I)
-T(I-2))
VR(I)=VR(I)+10
64 VR(I)=0
VR(I)=0
57 CONTINUE
RL(I)=R5(I)+RO
PKC(I+1)=Z46+RL(I)
PKC(I)=Z46+RL(I)
IF(KLM=5)131,132,133
RMIN(I)=PKC(I)+.7
GO TO 134

```



```

132 PMIN(I)=0
GO TO 134
133 PMIN(I)=PKC(I)
134 CONTINUE
IF(IL)58;59;59
59 R(I)=R(I)
58 IL=(-I)+IL
37 CONTINUE
IF(L=EQ:1)GO TO 10
IF(KL=EQ:2)GO TO 12
IF(KL=LT:3)GO TO 10
12 C=PC3(CPR)
IF(C=LT:0:6)C=0:6
DO I=1,6
P(I)=P(I)+C
PMIN(I)=PMIN(I)+C
UO(I)=UO(I)+C
RL(I)=RL(I)+C
VR(I)=VR(I)+C
13 CONTINUE
RETURN
END

```

ОТНОР

```

SUBROUTINE ОТНОР(PMI,PWS,P
A0,PA1,PB0,PB1,
PC0,PC1,PW,RO,PP0,ZPO,
ZPZ,PZ)
PZ=PMI
A1=PZZZ(PA0,PA1,PB0,PB1,P
CO,PC1,PW,RO,PP0,ZPO,ZPZ,PZ)
130 PZ=PZ+PWS
A2=PZZZ(PA0,PA1,PB0,PB1,P
CO,PC1,PW,RO,PP0,ZPO,ZPZ,PZ)
IF(A1+A2)131,131,130
131 PWS=PWS/100
A1=A2
ZEZ=.1

```

```

152 IF(ABS(A2)-ZEZ)132;152,150
PZ=PZ
RETURN
END

PZZZZ

FUNCTION PZZZ(PA0,PA1,PB0,
PB1,PC0,PC1,PW,RO;
PP0,ZPO,ZPZ,PPP)
PZZ=PA1+(PB1/(PP0+PC1))*PW
PPZ=PA0+(PB0/(PP0+PC0))*PW
IF(PZZ-PPZ)700,700;701
700 PZZ=PPZ
701 PZZZ=PZZ+PPZ-PP0+PP0
RETURN
END

```

П.4.3. Программа ВЫБОР
(ВЫБОР, НОМЕР)
ВЫБОР

```

SUBROUTINE ВЫБОР
DIMENSION SM1(10),SM2(10)
,LZ1(10),
* LZ2(10),EF1(10),EF2(10),
* AM1(10),AM2(10),RKT1(10),
RKT2(10),EJ1(10),EJ2(10),
* RM1(10),RM2(10),P1(10),P2
(10)
COMMON/ E/ LAN, LRR, LSH, LC, L
!, NN1, NN2, AKI, FI, Q1, Q2, ALP,
VRI, NP, ND, MR, EB, RKT1, RKT2,
SM1, SM2, AM1, AM2, RM1, RM2,
* LZ1, LZ2, EJ1, EJ2, EF1, EF2, D
S, DC, DP, LTK, ROK, ROB, BF,
* MF, LQA, PK, RN, PB, PP, KF, KB

```

```

, BB1, UK, UM, UB, UP, PM, INK,
* PMINN, PMINB, XSK, XSB, XSN, X
EK, XEB, XEP, SC, SM, FLK, FLB,
* FLN, CK3, CB3, CP3, LBT, LM1, L
T, LP, LYC, ROC, KU, KUP, KCB,
* FI, IB, IR, KPK, KPB, PE
, MEN, NEB, DEL, DELM;
* DELB, FTK, FTP, FTB, V, VP, VB,
KH, UNK, UHP, UMB, LNW
* LSAC, CMT, LTB, HB, P1, P2
COMMON/ X/ LBA, LTKB, LBKB, B
PB, DKB, VEB, UNKB, UMBB, UMPP,
* RK1, RK2, RK3, RK4, FLKB, FLBB
, FLNB, KPB, SCB, SSB, CTB
* PM, PKB, WP, NPB, P, F, MG, B
REAL KKP, KB, KP
REAL LQA, LM1, KN
MG=MF
IF(LBT-EG:1)LNW=2
IF(LBT-EG:2)LNW=1
EB1=5000,
VBB=VB
LBA=LBA
CK3=C:2
CB3=0:15
CP3=0:05
BFB=BF
RKB=BF/2,
RMB=MB/2,
FLKB=C:5
FLNB=C:2
FLBB=0:05
FLB=0:5
DKB=0:2
KPB=KF
DK=0:05
FLK=0:5
FLI=0:2
RKB=BF/2+DKB
ROB=MB/2+DKB
LLA=LNW

```

```

PKB=AMAX1(DK,PN,PB)
DKB=0.1+PKB/(85.+BS+10.8)
LBKB=1
CALL OMEGA
IF(L3T.LT.2) GO TO 42
UP=0
NP=0
L1=1
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALBFA
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
UP=NP
IF(UP.LT.1) GO TO 42
LBKB=3
GO TO 43
CONTINUE
CALL META
CT2=CTB
IF(ROK.GT.3.5) GO TO 5
LBKB=2
UP=0
CALL OMEGA
CALL META
CT3=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2,CT3)
GO TO 5
14 IF(U.GT.30.) GO TO 22
FLB=0.35
FLBB=0.35
LBKB=7
UP=2
DKB=0.2
PM=PM/2
CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL META
CT1=CTB
BB1=30.

```

26

```

DK=0.1+ROK
ROK=BS/2+UMB*0.3+DK
ROB=HB/2+(UHP+UHK)*0.15+DK/2
CALL WTPEK
DKB=AMAX1(DK,PN,PB)
DK=0.1+ROK
DKB=DK
LBKB=3
NPB=20
WP1=PKB/(63.+5.+BS)
NP=IFIX(WP1)
UP=NP+1.
CALL OMEGA
IF(L3T.LT.2) GO TO 44
UP=0
NP=0
LBKB=7
L1=1
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALBFA
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
UP=NP
GO TO 45
CONTINUE
CALL META
CT2=CTB
DK=0.502+ROK
DKB=0.2
CK3=0.01
CALL WTPEK
PM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)
UP=1
LBKB=8
CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL META
CT3=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2,CT3)

```

44

45

22

```

GO TO 5
IF(U.GT.50.) GO TO 29
FLB=0.35
FLBB=0.35
DK=0.1+ROK
ROK=BS/2+UMB*0.3+DK
ROB=HB/2+(UHP+UHK)*0.15+DK/2
BB1=30.
CALL WTPEK
PKB=AMAX1(DK,PN,PB)
DKB=0.1+ROK
LBKB=3
L1=0
NPB=20
WP1=PKB/(63.+5.+BS)
NP=IFIX(WP1)
UP=NP+1.
CALL OMEGA
IF(L3T.LT.2) GO TO 47
UP=1.
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALBFA
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
UP=NP
IF(NP.LT.4) GO TO 47
LBKB=9
CK3=0.01
CB3=0.01
BB1=30.
DK=0.1+ROK
DKB=DK
CALL WTPEK
PKB=AMAX1(DK,PN,PB)
NPB=20
UP=1.
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL ALBFA

```

	LNI=2	CT1=CTB	L1=1
	CALL WTPEK	LBKB=4	NP=0
	LA=LEN	CALL OMEGA	CALL OMEGA
	UHKB=UHK	CALL CMETA	
	UHB=UHБ	CT2=CTB	IF(L>T.LT.2) GO TO 40
	UHB=UHB	LBKB=7	WP=0.
	UHB=UHB	WP=1.	NP=20
	IF(UB.LT.20)A=1	NPB=17	CALL ACPA
	IF(UB.GT.19.4)A=2	CALL OMEGA	DK=EF1(1)/EB
7	IF(UH=20)7,7,8	CALL CMETA	DKB=DK
	IF(A.EQ.1) LTK=1	CT3=CTB	NPB=ND
	IF(A.EQ.2) LTK=3	BB1=30.	UP=AP
	GO TO 9	DK=0.05*ROK	IF(WP.LT.1.)GO TO 40
8	IF(A.EQ.1) LTK=2	ROK=BS/2+UHБ+0.3*DK	LRKB=3
	IF(A.EQ.2) LTK=4	ROB=HB/2+(UHP-UHK)*0.15+DK/2	GO TO 41
	LTKB=LTK	CALL WTPEK	CONTINUE
9	CALL OMEGA	PKB=AMAX1(PK,PN,PB)	
	ROK=BS/2+UHБ+0.3	DKB=0.1*PKB/(85.+BS*10.8)	40
	ROB=HB/2+(UHP+0.3+UHK)/2.	LBKB=1	41
	CALL WTPEK	CALL OMEGA	CALL CMETA
	IF(UB.LT.20)A=1	CALL CMETA	CT2=CTB
	IF(UB.GT.19.9)A=2	CT4=CTB	CTM=AMIN1(CT1,CT2)
67	IF(UH=20)67,67,68	GO TO 5	GO TO 5
	IF(A.EQ.1) LTK=1	CTM=AMIN1(CT1,CT2,CT3,CT4)	6
	IF(A.EQ.2) LTK=3	GO TO 5	IF(U.GT.15.) GO TO 14
	GO TO 69	IF(U.GT.10.) GO TO 6	
68	IF(A.EQ.1) LTK=2	LBKB=7	LBKB=7
	IF(A.EQ.2) LTK=4	WP=1.	WP=2.
	LTKB=LTK	DKB=0.2	DKB=0.2
69	CONTINUE	PM=DM/2	PM=DM/2
	DM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)	CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)	
	IF(UH.GT.20.) GO TO 1	CALL OMEGA	CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
	F-LB=0.2	CALL CMETA	CALL OMEGA
	FLBB=0.2	CT1=CTB	CALL CMETA
	CM3=0.99	BB1=30.	
	U=AMAX1(UH,UK,UB)	DK=0.07*ROK	CT1=CTB
	IF(U=5)3,3,4	ROK=BS/2+UHБ+0.3*DK	BB1=1.
3	LBKB=5	ROB=HB/2+(UHP-UHK)*0.15+DK/2	DK=0.09*ROK
	DKB=0.05	CALL WTPEK	ROK=BS/2+UHБ+0.3*DK
	CALL OMEGA	PKB=AMAX1(PK,PN,PB)	ROB=HB/2+(UHP+UHK)*0.15+DK/2
	CALL CMETA	DKB=0.1*PKB/(85.+BS*10.8)	CALL WTPEK
		LBKB=1	

100

```

DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=NB
WP=NP
47 CALL CMETA
CT1=CTB
LRKB=8
DK=0,02+ROK
DKB=0,2
CALL WTPK
WP=2,
PM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)
PM=PM/2
CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL CMETA
CT2=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2)
GO TO 5
29 CK3=0,01
IF(UB,GT,50)CB3=0,01
IF(CB3,GT,0,02)XS6=XS6+1,5
BB1=30,
DK=0,05
DKB=0,2
WP=2,
NPB=22
LRKB=8
CALL WTPK
CALL OMEGA
48 PM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)
PM=PM/2
CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL CMETA
69 CT1=CTB
FLB=0,35
FLBB=0,35
DK=0,5+ROK
ROK=BS/2+UNB+0,3+DK
ROB=NB/2+(UNP+UNK)*0,15+DK/2
BB1=30,

```

50
51

```

CALL WTPK
PKB=AMAX1(PK,PN,PB)
DKB=0,1+ROK
LRKB=11
LI=1
NPB=20
NP=0
WP=0,
CALL OMEGA
IF(L9T,LT,2) GO TO 50
CALL ALB0A
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
WP=NP
IF(WPE,LT,1,5) GO TO 51
LRKB=9
GO TO 51
CONTINUE
CALL CMETA
CT2=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2)
GO TO 5
CONTINUE
DK=0,1+ROK
BB1=10,
ROK=BS/2+UNB+0,3+DK
ROB=NB/2+DK+0,15+(UNP+UNK)
IF(UB,GT,50) GO TO 51
DK=0,1+ROK
FLB=0,2
FLBB=0,2
CALL WTPK
PKB=AMAX1(PK,PN,PB,PM)
DKB=0,1+ROK
LRKB=6
LI=0
NPB=20
WP=PKB/(63,5+BS)

```

52
53

```

NP=IFIX(WP1)
WP=NP+1,
IF(NP,LT,1)WP=1,
CALL OMEGA
IF(L9T,LT,2) GO TO 52
WP=1,5
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALB0A
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
WP=NP
IF(NP,LT,6) GO TO 53
LRKB=9
LYK=3
LYKB=3
FLM=0,
CK3=0,01
CM3=0,01
IF(UB,GT,20)CB3=0,01
DK=0,1+ROK
DKB=DK
CALL WTPK
PKB=AMAX1(PK,PN,PB)
NPB=20
WP=1,
CALL OMEGA
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALB0A
DK=EF1(1)/EB
FLM=0,2
DKB=DK
NPB=ND
WP=NP
CONTINUE
CALL CMETA
CT1=CTB
DK=0,02+ROK
DKB=0,2
XS6=XS6+1,3

```

```

CM3=0.01
FLM=0.
LYK=1.
LYKB=1.
CALL WTPEK
PM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)
LP=1.
LBKB=8

```

```

CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL CMETA

```

```

CT2=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2)
GO TO 5
IF(U,GT,50.) GO TO 32
PLB=0.35
PLBB=0.35
DK=0.1+ROK

```

31

```

CALL WTPEK

```

```

PKB=AMAX1(PK,PN,PB,PP)
DKB=0.1+ROK
LBKB=4
L1=0
NPB=20
WD1=PKB/(BS#-5.5+BS)
ND=IFIX(WD1)

```

```

WP=ND+1=

```

```

CALL OMEGA
IF(LBT#LT,2) GO TO 54
WP=1.
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)

```

```

CALL ALB#A
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
WP=ND

```

```

IF(NP#LT,6) GO TO 60

```

```

LBKB=9
LYK=3
LYKB=3
FLM=0E
CK3=0E01
CM3=0E01
IF(UB#GT,20)CB3=0.01
DK=0.1+ROK
DKB=DK

```

```

CALL WTPEK
PKB=AMAX1(PK,PN,PB)
NPB=20
WP=1.

```

```

CALL OMEGA
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALB#A
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
WP=ND

```

60

```

CALL CMETA
FLM=0E2
CT3=CTB
LBKB=10
IF(UB#GT,20,)LYK=4
IF(UB#LT,20,1)LYK=2

```

```

LYKB=LYK
CM3=0E01
IF(UK#GT,40.)CK3=0E01
CB3=0E01
DK=0.1+ROK
DKB=DK
CALL WTPEK

```

```

PKB=AMAX1(PK,PN,PB)
NPB=20
CALL OMEGA
WP=1.
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALB#A
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND

```

```

WP=ND
GO TO 55

```

54

55

```

CONTINUE
CALL CMETA
CT1=CTB
DK=0E02+ROK
DKB=0E2
FLM=0E

```

```

IF(UB#GT,30.)LYK=3
IF(UB#LT,31.)LYK=1
CM3=C.01
IF(UK#GT,30.)CK3=0.01

```

```

LYKB=LYK
CALL WTPEK
PM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)

```

```

WP=2.
PM=PM/2

```

```

LBKB=8
CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL CMETA

```

```

CT2=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2,CT3)
GO TO 5

```

32

```

CK3=0.01
IF(UB#GT,30.)CB3=0E01
CM3=0.01
LBKB=9
LYK=1
LYKB=LYK
FLM=0.

```

```

DK=0.1*ROK
DKB=DK
L1=0
CALL WTPRK
PKB=AMAX1(PK,PN,PB)
NPB=20
UP=1.
CALL OMEGA
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALBFA
DK=EF1(1)/EB
FLM=0.2
DKB=DK
NPB=ND
UP=NP
CALL CMETA
LYK=2
LYKB=LYK
LBKB=10
FLB=0.35
FLBB=0.35
DK=0.1*ROK
CALL WTPRK
PKB=AMAX1(PK,PN,PB;PN)
DKB=DK
L1=0
NPB=20
UP1=PKB/(830-5.5*BS)
NP=IFIX(UP1)
UP=NP+1.
CALL OMEGA
IF(LAT-LT*2) GO TO 50
UP=1.
CALL HOMEP(PKB,ROK,NPB)
CALL ALBFA
DK=EF1(1)/EB
DKB=DK
NPB=ND
UP=UP
GO TO 57

```

```

56 CONTINUE
57 CALL CMETA
CT1=CTB
DK=0.02*ROK
DKB=0.2
FLM=0.5
LYK=1
LYKB=LYK
CALL WTPRK
PM=AMAX1(PMINK,PMINB,PMINN)
UP=2.
PM=PM/2
LBKB=8
CALL HOMEP(PM,ROK,NPB)
CALL OMEGA
CALL CMETA
CT2=CTB
CTM=AMIN1(CT1,CT2)
SC=SCB
S4=S4B
RETURN
END

```

НОМЕР

```

SUBROUTINE HOMEP(P;R,N)
IF(R=1.5)1,1,2
N=f6
IF(P.GT.40)N=18
IF(P.GT.60)N=20
IF(P.GT.80)N=22
IF(P.GT.100)N=24
GO TO 3
IF(R=2.5)4,4,5
N=f8
IF(P.GT.40)N=20
IF(P.GT.60)N=22
IF(P.GT.80)N=24

```

```

IF(P.GT.100)N=27
GO TO 3
IF(R=3.5)6,6,7
N=20
IF(P.GT.40)N=22
IF(P.GT.60)N=24
IF(P.GT.80)N=27
GO TO 3
IF(R.GT.3.49)NP=20
IF(P.GT.15)N=22
IF(P.GT.30)N=24
IF(P.GT.40)N=27
CONTINUE
IF(P.GT.15)GO TO 8
MC=2*P+R
IF(MC.LT.19)N=17
IF(MC.GT.15)N=17
IF(MC.GT.16)N=19
IF(MC.GT.17)N=22
IF(MC.GT.19)N=27
CONTINUE
RETURN
END

```

П.4.4. Программа КРЕПИ (КРЕПИ, ЛИНИЯ, АЛМАЗ, ПИППИ УМН, МВ, БЕТОН)

КРЕПИ

```

INTEGER A, B, C, SM1, SM2, ZM1, ZM2
DIMENSION RK1(10), RK2(10), SM1(
10), SM2(10), AM1(10), AM2(10), RM1(10),
+RM2(10), ZM1(10), ZM2(10), EJ1(10
), EJ2(10), E1(10), E2(10), P1(10), P2(
+10), R1(6,6,10), R2(6,6,10), KK1(
10), KK2(10)
+AL1(10), AL2(10), A1(10), A2(10)
, G1(10), G2(10), AK1(10), AK2(10),
+X1(10), X2(10), Y1(10), Y2(10)

```

```

*, R1CK(6,6), R2CK(6,6), PP1(6,11), PP2(6,11)
*, T1(6,6), T2(6,6), T3(6,6), P12(6,6), PB(6)
*, PB1(6,1), XP(6), S1(6,11), S2(6,11)
*, P1(6,6), P2(6,6), PP1(6,10), PP2(6,10); P
CK(6,6)
*, LZ1(10), LZ2(10), RKT1(10), RKT2(10)
COMMON T1, T2, T3, R1CK, R2CK, X1, X2, Y1, Y2, ZM1, ZM
2, W, C, XK, YK, X10, Y10
/
*, X20, Y20, PEK, P1, P2, PP1, PP2, R1, R2, N1, N2,
TA, D, AK10, AK20, AK1, AK2, RK10,
*, RK20, RK1, BK2, G10, G20, G1, G2, A1, A2, XP
*, KK10, KK20, KK1, KK2, AL1, AL2
COMMON /E/ LAM, LRR, LW, LC, L1, N11, N12, AK1, FI, Q1
; Q2, ALP,
*, RI, NP, ND, MR, EB, RKT1, RKT2, SM1, SM2, AM1, AM2, RM1
; RM2,
*, LZ1, LZ2, EJ1, EJ2, EF1, EF2, DK, DC, DP, LTK, ROK, ROB
; BP,
*, NG, LA, PK, PN, PB, PP, KP, KV, BV, UK, UN, UB, UP, PM
INK,
*, PMINA, PMINB, KKP, KB, KP, E, EB, EP, SC, SY, FLK, FLB
/
*, FLN, CK3, C3, CP3, C3T, LM1, LT, LP, LUC, ROC, KC, KUP
; KCB,
*, FI, FB, IP, KPK, KPP, KPB, IE, PEP, PEB, DEL, DELP,
*, DELB, ET, RTP, RTB, V, VP, VB, KH, UMK, UMP, UMB, LNW
*, LBAC, STM, LTB, NB, P1, P2
REAL MU, NU, LA, LM1, KH, KKP, KB, KP, KPK, KPP, KPB
PI=3.141593/180
A=LAM
H=LRR
W=LW
C=LC
N1=NA1
N2=NA2
DO 309 I=1,10
ZM1(I)=LZ1(I)
ZM2(I)=LZ2(I)
RK1(I)=RKT1(I)

```

```

309 RK2(I)=RKT2(I)
XK=0.2*EP/(ROK+10.)
YK=0.1*EP
DO 17 I=1,N1
IF(RK1(I).LT.1#)RK1(I)=10.
17 CONTINUE
DO 18 I=1,N2
IF(RK2(I).LT.1#)RK2(I)=10.
18 CONTINUE
RK10=RK1(1)
RK20=RK2(1)
IF(LNW.GT.1)GO TO 401
WRITE(PH1,218)
218 FORMAT(9X,//////////)
WRITE(PH1,200)
240 FORMAT(1H=,15X,18МБЕТОННАЯ КРЕПЬ RI=,F5.0,4H
NP=,I1)
241 FORMAT(1H+,15X,24МДЕЗОБЕТОННАЯ КРЕПЬ RI=,F
5.0,4H NP=,I1)
200 FORMAT(9X,65HT A B Л И Ц А И С Х О Д Н Ы Х
A H H Ы X
*/9X,45(1H=))
201 FORMAT(4X,9HЗАМКНУТАЯ)
202 FORMAT(4X,16HНОРМАЛЬНЫЙ ОТПОР)
203 FORMAT(4X,19HНАГРУЗКА РАДИАЛЬНАЯ)
204 FORMAT(4X,21HКОМБИНИРОВАННАЯ КРЕПЬ)
205 FORMAT(4X,11HНЕЗАМКНУТАЯ)
206 FORMAT(4X,17HКАСАТЕЛЬНЫЙ ОТПОР)
207 FORMAT(4X,23HНАГРУЗКА РАСПРЕДЕЛЕННАЯ)
208 FORMAT(4X,15HМОНОЛИТНАЯ ND=,I2,3H E=,F8.0,4
H Rж=,I5)
209 FORMAT(4X,14HШАРНИРНАЯ ND=,I2,3H E=,F8.0,4H
Rж=,I5)
210 FORMAT(4X,15HУГОЛ ТРЕНИЯ FI=,F6.0,14HПРАА: A
LP HAH=,F6.0,5HПРАА
)
211 FORMAT(4X,3HN1=,I2,12H ЭЛ-ТОВ N2=,I2,7H ЭЛ-
ТОВ)
212 FORMAT(4X,3HNQ1=,F6.0,10H T/M2 Q2=,F4.0,10H
T/M2 KX=,F8.0;

```

104

```

17N Y KY=,P810,2M Y)
214 FORMAT(4X,53(1H-))
215 FORMAT(4X,55H1HOMEPAS K
13:Z1 ALP I, R I EJ I EF I
+ P I)
216 FORMAT(4X,8H1,47(1H-))
217 FORMAT(4X,55H13L-TOB1 T/M3
17:1EPAA1 M I YM2 I Y
+ I Y/M2 I)
219 FORMAT(4X,1M1,16,3M1,1F8.071
M1,2(11,1M1),55(11M1,99,2;1M1,
+2(117,1M1),88,0,1M1)
221 WRITE(MM1,209)
GO TO 223
222 WRITE(MM1,201)
223 IF(L1)242;242;243
242 WRITE(MM1,261)RI,NP
GO TO 244
243 WRITE(MM1,240)RI,NP
244 IF(A)224;224,225
224 WRITE(MM1,206)
GO TO 226
225 WRITE(MM1,202)
226 IF(H)227;227,228
227 WRITE(MM1,207)
GO TO 229
228 WRITE(MM1,203)
229 IF(W)230;230,231
230 WRITE(MM1,209)ND,EB,MR
GO TO 232
231 WRITE(MM1,208)ND,EB,MR
232 WRITE(MM1,210)F1,ALP
WRITE(MM1,211)N1,N2
WRITE(MM1,212)O1,O2,XK,ZK
WRITE(MM1,213)AKI
245 FORMAT(4X,713HКОЛ-ВО ИТЕРАЦИИ,
96#0)
WRITE(MM1,214)
WRITE(MM1,215)
WRITE(MM1,216)
WRITE(MM1,217)

```

```

401 WRITE(MM1,214)
DO 11 I=1,N1
KK1(I)=EJ1(I)
11 KK2(I)=EF1(I)
IF(LNM1,GT,1)GO TO 304
DO 233 I=1,N1
233 WRITE(3,219)I, RK1(I), SM1(I),
ZM1(I), AM1(I), RM1(I), KK1(I),
+KK2(I), P1(I)
WRITE(MM1,214)
402 DO 12 I=1,N2
KK1(I)=EJ2(I)
12 KK2(I)=EF2(I)
IF(LNM2,GT,1)GO TO 260
DO 234 I=1,N2
234 WRITE(3,219)I, RK2(I), SM2(I),
ZM2(I), AM2(I), RM2(I), KK1(I),
+KK2(I), P2(I)
WRITE(MM1,214)
260 NI=0
DO 261 I=1,0
DO 261 J=1,1
S1(I,J)=0
S2(I,J)=0
261 D=0
DO 6 I=1,N1
AL1(I)=2.*RM1(I)*SIN(AM1(I)+
3.14159/360)*SM1(I)+RM1(I)+
+(1.-SM1(I))
S=0
DO 5 J=1,1
S=S+AM1(J)
6 A1(I)=90H-S+AM1(I)/2.*SM1(I)
I)*AM1(I)+1.*SM1(I)
DO 14 I=1,N2
AL2(I)=2.*RM2(I)*SIN(AM2(I)+
3.14159/360)*SM2(I)+RM2(I)+
+(1.-SM2(I))
S=0
DO 13 J=1,1
13 S=S+AM2(J)
14 A2(I)=90H-S+ALP+AM2(I)/2.*
SM2(I)+AM2(I)+1.*SM2(I)

```

```

262 KK10=1
KK20=1
NI=NI+1
DO 308 I=1,10
KK1(I)=1
308 KK2(I)=1
NN=NI+1
DO 8 I=1,NN
B=(A1(I)+A1(I+1))/2
G1(I)=A+(90.-FI)+B*90.
AK1(I)=RK1(I)+(AL1(I)+AL1(I+
1))/2
X1(I)=(P1(I)+AL1(I))/2.+SIN(A
1(I)+3.14159/180)*P1(I)+
+AL1(I+1)/2.*SIN(A1(I+1)+3.14
159/180)*AKI
Y1(I)=(Q1+H+P1(I))*COS(A1(I
+1)+3.14159/180)+AL1(I)/2.+
+(Q1+H+P1(I+1))*COS(A1(I+1)+
3.14159/180)*AKI
IF(ABS(A-1),LT,0.1)GO TO 9
G10=0
G20=0
GO TO 10
9 G10=90
G20=90
10 AK10=RK10*AL1(I)/2
AK1(N1)=RK1(N1)+AL1(N1)/2.
X10=P1(I)+AL1(I)/2.*AKI+S
N(A1(I)+3.14159/180)
Y10=(Q1+H+P1(I))*AL1(I)/(2.
+AKI)+BDS(A1(I)+3.14159/180)
X1(N1)=P1(N1)+AL1(N1)/2.*AK
I)+SIN(A1(N1)+3.14159/180)
Y1(N1)=(Q1+H+P1(N1))*AL1(N1
)/2.*AKI)+COS(A1(N1)+3.14159/180.)
B=(A1(N1)+A2(N2))/2
G1(N1)=A+(90.-FI)+B*45.*(1+
C) G2(N2)=A+(FI-90.)+B*45.*(3+
C) NN=N2+1
DO 10 I=1,NN
B=(A2(I)+A2(I+1))/2
G2(I)=A+(FI-90)+90*B

```



```

AKZ(I)=RKZ(I)*(ALZ(I)+ALZ(I*
1)))/2.
X2(I)=(P2(I)+ALZ(I))/2.*SIN(A
2(I)*3.14159/180.)*P2(I)*ALZ(I+1)
+1/2.*SIN(A2(I+1)*3.14159/180.
))/AKI
16 Y2(I)=((Q2+H*P2(I))+COS(A2(I
I)*3.14159/180.)*ALZ(I)/2.+(Q2+H*P2
(I+1))*ALZ(I+1)/2.+COS(A2(I+
1)*3.14159/180.))/AKI
AK20=RK20*ALZ(I)/2.
AKZ(N2)=RKZ(N2)+ALZ(N2)/2.
X20=P2(1)+ALZ(1)/(2.*AKI)*SI
N(A2(1)*3.14159/180.)
Y20=((Q2+H*P2(1))*ALZ(1)/(2.
*AKI)+60*(A2(1)+3.14159/180.))
X2(N2)=P2(N2)+ALZ(N2)/(2.*AK
I)*SIN(A2(N2)*3.14159/180.)
Y2(N2)=((Q2+H*P2(N2))*ALZ(N2)
)/(2.*AKI)+COS(A2(N2)*3.14159/180.)
DO 24 I=1,N1
80- Y=AL1(I)+COS(A1(I)+3.14159/1
AI=AL1(I)/(6.*EJ1(I))
AJ=1./(AL1(I)+E1(I))
NU=AI*Y+Y=AJ*X*X
TE=(AI+AJ)*X*Y
PSI=AI*X*X-AJ*Y*Y
OM=3.*AI*X
IF(I=1)20,20,22
IF(A=2)33,34,36
33 MU=AK10*SIN(G10*PI)**2
ALA=AK10*SIN(G10*PI+2.)/2.
DE=AK10*COS(G10*PI)**2
GO TO 23
34 MU=AK10
ALA=0.
DE=AK10
GO TO 23
22 AA=AK1(I-1)
GG=G1(I-1)*PI
IF(A=2)35,30,36

```

```

35 MU=AA*SIN(GG)**2
ALA=AA*SIN(2.*GG)/2.
DE=AA*COS(GG)**2
GO TO 23
36 MU=AA
ALA=0.
DE=AA
FIT=3.*AI*Y
R1(1,1,I)*1.=-MU*BU+ALA*1E
R1(1,2,I)*ALA=NU*DE*TE
R1(1,3,I)*Y
R1(1,4,I)*NU
R1(1,5,I)*TE
R1(1,6,I)*FIT
R1(2,1,I)*MU*TE+ALA*PSI
R1(2,2,I)*1.-ALA*TE-DE*PSI
R1(2,3,I)*X
R1(2,4,I)*-TE
R1(2,5,I)*PSI
R1(2,6,I)*OM
R1(3,1,I)*MU*FIT+ALA*UM
R1(3,2,I)*-ALA*FIT+DE*OM
R1(3,3,I)*1.
R1(3,6,I)*FIT
R1(3,5,I)*OM
R1(3,0,I)*6.1*AI
R1(4,1,I)*-MU
R1(4,2,I)*ALA
R1(4,3,I)*0
R1(4,4,I)*1.
R1(4,5,I)*0
R1(4,0,I)*0
R1(5,1,I)*ALA
R1(5,2,I)*DE
R1(5,3,I)*0
R1(5,4,I)*0
R1(5,5,I)*1.
R1(5,6,I)*0
YY=Y+E1(I)*0.000002+CUS(
A1(I)*PI)

```

```

XX=A+E1(I)*0.000002*SIN(
A1(I)*PI)
R1(0,1,I)=MU*YY+ALA*XX
R1(0,2,I)*-ALA*YY+DE*XX
R1(6,3,I)*0
R1(6,4,I)*Y
R1(6,5,I)*X
24 R1(6,0,I)*1.
DO 25 J=1,6
DO 25 K=1,6
25 R1(CK(J,K))=0.
R1(CK(1,1))=1.
R1(CK(2,2))=1.
R1(CK(3,3))=1.
R1(CK(4,4))=1.
R1(CK(5,5))=1.
R1(CK(6,6))=1.
R1(CK(4,1))=AK1(N1)*SIN(G1(N1)*3.
14159/180.)*2.
R1(CK(4,2))=AK1(N1)*SIN(2.*G1(N1)*
5.14159/180.)/2.
R1(CK(5,1))=R1(CK(4,2))
R1(CK(5,2))=AK1(N1)*COS(G1(N1)*3.
14159/180.)*2.
DO 30 I=1,N2
X=ALZ(I)*COS(AZ(I)+3.14159/180.)
Y=ALZ(I)*SIN(AZ(I)+3.14159/180.)
AI=ALZ(I)/(6.*EJ2(I))
AJ=1./(ALZ(I)+E1(I))
NU=AI*Y+Y=AJ*X*X
TE=(AI+AJ)*X*Y
PSI=AI*X*X-AJ*Y*Y
OM=3.*AI*X
IF(I=1)27,27,29
IF(A=2)37,38,38
27 MU=AK20*SIN(G20*PI)**2
37 ALA=AK20*SIN(G20*PI+2.)/2.
DE=AK20*COS(G20*PI)**2
GO TO 28
MU=AK20
ALA=0.
DE=AK20

```



```

J=1
M1(J)=1
NN=N1+1
DO 5 I=1,NN
IF(ZM1(I))2,2,1
1 M1(J)=M1(J)+1
GO TO 3
2 M1(J+1)=M1(J)+1
J=J+1
3 CONTINUE
L=1
NN=N2+1
M2(L)=1
DO 6 I=1,NN
IF(ZM2(I))5,5,4
4 M2(L)=M2(L)+1
GO TO 6
5 M2(L+1)=M2(L)+1
L=L+1
6 CONTINUE
PI=3.141593/180.
KB=0
DO 11 I=17J
KM=KB+1
KB=M1(I)
XL1(I)=0.
YL1(I)=0.
DO 8 K=KM;KB
D1=A1(K)+PI
8 XL1(I)=XL1(I)+AL1(K)*COS(D1)
YL1(I)=YL1(I)+AL1(K)*SIN(D1)
AA1=SQRT(XL1(I)*XL1(I)+YL1(I)*YL1(I))
BL=XL1(I)/AA1
CALL ARCS(C(X,Y),BL)
BL1(I)=YY
IF(I-1)10710,9
10 BL=BL*(PP1(I,KB)-PP1(I,11))/
(100.-AA1)
GO TO 28
9 NN=KN+1
BL=BL*(PP1(I,KB)-PP1(I,NN))/

```

```

(100.-AA1)
IF(BL=1)28,50,50
50 WRITE(M1;30)BL
28 CALL ARCS(C(X,Y),BL)
BM1(I)=YY
DO 7 K=KM;KB
A1(K)=A1(K)+(BM1(I)-BL1(I))/
7 PI
11 CONTINUE
KB=0
DO 21 I=17L
KN=KB+1
KB=M2(I)
XL2(I)=0.
YL2(I)=0.
DO 18 K=KN;KB
D1=A2(K)+PI
18 XL2(I)=XL2(I)+AL2(K)*COS(D1)
YL2(I)=YL2(I)+AL2(K)*SIN(D1)
AA2=SQRT(XL2(I)*XL2(I)+YL2(I)*YL2(I))
BL=XL2(I)/AA2
CALL ARCS(C(X,Y),BL)
BL2(I)=YY
IF(I-1)20,20,19
20 BL=BL*(PP2(I,KB)-PP2(I,11))/
(100.-AA2)
GO TO 29
19 NN=KN+1
BL=BL*(PP2(I,KB)-PP2(I,NN))/
(100.-AA2)
29 CALL ARCS(C(X,Y),BL)
BM2(I)=YY
DO 17 K=KN;KB
17 A2(K)=A2(K)+(BM2(I)-BL2(I))/
PI
21 CONTINUE
DO 100 I=2,42
100 AL1(I)=SQRT((AL1(I)*COS(A1(I)
)+PI)+(PP1(I,1)-PP1(I,11))/100.))**
+2*(AL1(I)*SIN(A1(I)+PI)-(PP1
(I,1)-PP1(I,11))/100.))**2)
DO 101 I=2,42

```

```

101 AL2(I)=SQRT((AL2(I)*COS(A2(I)
)+PI)+(PP2(I,1)-PP2(I,11))/100.))**
+2*(AL2(I)*SIN(A2(I)+PI)+(PP2
(I,1)-PP2(I,11))/100.))**2)
AL1(I)=SQRT((AL1(I)*COS(A1(I)
)+PI)+(PP1(I,1)-PP1(I,11))/100.))**
+2*(AL1(I)*SIN(A1(I)+PI)+(PP1
(I,1)-PP1(I,11))/100.))**2)
AL2(I)=SQRT((AL2(I)*COS(A2(I)
)+PI)+(PP2(I,1)-PP2(I,11))/100.))**
+2*(AL2(I)*SIN(A2(I)+PI)+(PP2
(I,1)-PP2(I,11))/100.))**2)
NN=J+1
DO 12 I=1,NN
IF(BM1(I)=1)-BM1(I))12,22,22
12 CONTINUE
NN=L+1
DO 13 I=1,NN
IF(BM2(I)=1)-BM2(I))13,22;22
13 CONTINUE
IF(BM1(I)=1-570796)16,22;22
14 IF(C)16,16,15
15 IF(PM>(1)-1-570796)16,22,22
16 LLL=1
GO TO 23
22 LLL=0
30 FORMAT(5X,6F10:3,15)
23 PRTLN
END

```

ALMA3

```

SUBROUTINE ALMA3(PP1,PP2,KKK)
INTEGER A,W,C,ZM1,ZM2
DIMENSION M1(6,6,10),M2(6,6,1
0),M11(6,10),M12(6,10),M13(6,6),
M14(6),M2(6),M21(6),M22(6,10),
M23(6,6,10),M24(6,10),M25(6,10),
M26(6,6),M27(6,6),M28(6),M29(6),
M30(6),M31(6),M32(6),M33(6),
M34(6),M35(6),M36(6),M37(6),M38(6)

```

6II

```

GO TO 106
112 GO TO (113,116),KK
113 IF(W)116,116,118
116 DO 117 I=1,6
117 PC(I)=PB(I)=PB(6)/P2(6,3,K=
1)=P2(1,3,K=1)
PC(3)=0.
GO TO 110
118 IF(C)116,116,114
119 DO 120 I=1,6
120 PC(I)=PB(I)=PB(6)/P2(1,3,K=
1)/P2(6,3,K=1)
PC(3)=0.
KK=2
GO TO 110
121 DO 122 I=1,6
122 PC(I)=PN2(I,N2)
CALL MB(R2CK,PC,PB)
138 DO 138 I=1,6
PN2(1;N2)=PB(I)
PN2(4;K)=PN2(4,K)+X2(K)
PN2(5;K)=PN2(5,K)+Y2(K)
DO 123 I=1,6
123 P1(I;1)=P1(I,1,N1)
P1(I;3)=P1(I,5,N1)
DO 141 I=1,N1
141 IF(ZM1(I))124,126,141
141 CONTINUE
IF(W)124,124,126
124 DO 125 I=1,6
125 P1(I;2)=P1(I,3,N1)
GO TO 137
126 DO 127 I=1,6
127 P1(I;2)=P1(I,6,N1)
137 N=N2
IF(C)128,128,131
128 P1(1;4)=P2(2,1,N)-XK+P2(2
,4,N)
P1(2;4)=P2(1,1,N)-XK+P2(1
,4,N)
P1(3;4)=P2(3,1,N)+XK+P2(3

```

.4,N)

```

P1(4;4)=P2(5,1,N)+XK+P2(5,4,N)
P1(5;4)=P2(4,1,N)+XK+P2(4,4,N)
P1(6;4)=P2(6,1,N)+XK+P2(6,4,N)
P1(1;5)=P2(2,2,N)-YK+P2(2,5,N)
P1(2;5)=P2(1,2,N)-YK+P2(1,5,N)
P1(3;5)=P2(3,2,N)-YK+P2(3,5,N)
P1(4;5)=P2(5,2,N)+YK+P2(5,5,N)
P1(5;5)=P2(4,2,N)+YK+P2(4,5,N)
P1(6;5)=P2(6,2,N)+YK+P2(6,5,N)
129 P1(1;6)=P2(2,3,N)
P1(2;6)=P2(1,3,N)
P1(3;6)=P2(3,3,N)
P1(4;6)=P2(5,3,N)
P1(5;6)=P2(4,3,N)
P1(6;6)=P2(6,3,N)
GO TO 135
131 P1(1;4)=P2(1,1,N)
P1(2;4)=P2(2,1,N)
P1(3;4)=P2(3,1,N)
P1(4;4)=P2(4,1,N)
P1(5;4)=P2(5,1,N)
P1(6;4)=P2(6,1,N)
P1(1;6)=P2(1,5,N)
P1(2;6)=P2(2,5,N)
P1(3;6)=P2(3,5,N)
P1(4;6)=P2(4,5,N)
P1(5;6)=P2(5,5,N)
P1(6;6)=P2(6,5,N)
DO 142 I=1,N2
142 IF(ZM2(I))132,132,142
CONTINUE
IF(W)132,132,135
132 P1(1;5)=P2(1,3,N)
P1(2;5)=P2(2,3,N)
P1(3;5)=P2(3,3,N)
P1(4;5)=P2(4,3,N)
P1(5;5)=P2(5,3,N)
P1(6;5)=P2(6,3,N)
GO TO 134

```

133

```

P1(1;5)=P2(1,6,N)
P1(2;5)=P2(2,6,N)
P1(3;5)=P2(3,6,N)
P1(4;5)=P2(4,6,N)
P1(5;5)=P2(5,6,N)
P1(6;5)=P2(6,6,N)
134 P1(1)=P1(1,N1)-P1(1,N2)
P1(2)=P1(2,N1)+P1(2,N2)
P1(3)=P1(3,N1)-P1(3,N2)
P1(4)=P1(4,N1)+P1(4,N2)
P1(5)=P1(5,N1)-P1(5,N2)
P1(6)=P1(6,N1)+P1(6,N2)
GO TO 136
135 P1(1)=P1(1,N1)-P1(2,N2)
P1(2)=P1(2,N1)+P1(2,N2)
P1(3)=P1(3,N1)-P1(3,N2)
P1(4)=P1(4,N1)+P1(4,N2)
P1(5)=P1(5,N1)-P1(5,N2)
P1(6)=P1(6,N1)+P1(6,N2)
140 FORMAT(5Y76#16.4)
136 RETURN
END

```

YMH

```

SUBROUTINE YMH(TT1,TT2,TS)
DIMENSION TT1(6,6),TT2(6,6)
1 TT3(6,6)
DO 1 I=1,6
DO 1 J=1,6
TT3(I;J)=0.
DO 1 K=1,6
TT3(I;J)=TT3(I;J)+TT1(I,K)*
TT2(K;J)
RETURN
END

```

MB

```

SUBROUTINE MB(A,B,C)
DIMENSION A(6,6),B(6),C(6)
2 DO 2 I=1,6
  C(I)=0.
DO 3 I=1,6
3 DO 3 K=1,6
  C(I)=C(I)+A(I,K)*B(K)
RETURN
END
  
```

БЕТОН

```

SUBROUTINE ПЕЧАТ(N1,N2,DP1,DP2,L1,RI
ND,EF1,EF2,A,ND,
MR,EB,LNW)
INTEGER A
REAL NS
DIMENSION DP1(6,11),DP2(6,11)
,EF1(10),EF2(10),NP1(11),NP2(11),D1(
11),D2(11),SN1(11),SN2(11)
320 FORMAT(4X,A3(1M-1))
321 FORMAT(6X,03H: HOMEP: P A C M
E T M M E П A D A M E
T Y D B
322 FORMAT(6X,7H: 1,05(1M-),1M:)
323 FORMAT(6X,39H: УЗЛА I U(I,M): R(I,M):
4(I,M): N(I,M):
*24HNS(I,M) ТОЛШ I КОЛ. ПАМ.)
324 FORMAT(6X,7H: 1,52H CM I T/M
T M I T I, CM I D/ПМ I)
*24H
325 FORMAT(6X,7H: 0 1,F6.1,2H 1,F6.0,2
H 1,F6.1,2H 1,F6.0,2H 1,
F6.0,2H 1,F6.0,2H 1,
F6.0,2H 1,16,2H 1)
326 FORMAT(6X,7H: 1,13,3H 1,F6.1,2H 1,F6.0
0,2H 1,
F6.0,2H 1,F6.0,2H 1,F6.0,2H 1,16,2H
1)
  
```

113

```

IF(LNW.GT.1)GO TO 16
WRITE(ПМ1,320)
WRITE(ПМ1,321)
WRITE(ПМ1,322)
WRITE(ПМ1,323)
WRITE(ПМ1,322)
WRITE(ПМ1,324)
WRITE(ПМ1,320)
16 CONTINUE
NKP=ND
107 IF(ND=18)101,102,103
HCT=16.
FAW=20.2
VX=109.
DCT=0.5
VES=16.2
GO TO 107
102 HCT=18.
FAW=23.4
VX=143.
DCT=0.5
VES=16.3
GO TO 107
103 IF(ND=22)104,105,106
HCT=20.
FAW=26.8
VX=184.
DCT=0.52
VES=18.4
GO TO 107
105 HCT=22.
FAW=30.6
VX=232.
DCT=0.54
VES=21.
GO TO 107
106 IF(ND=27)41,42,107
HCT=24.
FAW=34.8
VX=289.
  
```

```

DCT=0.56
VES=24.7
GO TO 107
42 HCT=27.
FAW=39.2
VX=308.
DCT=0.6
VES=27.7
107 CONTINUE
IF(A.F0.0)GO TO 314
IF(DP1(5,11))314,313,313
313 PP1(6,11)=0.
DP1(5,11)=0.
314 DM=DP1(4,11)
PA=PP1(3,11)
EFF=EF1(I)
ASSIGN 319 TO LL
GO TO 10
319 SN1(I)=NS
D1(11)=D+100.
NP1(I)=NPS
IF(LNW.GT.1)GO TO 21
WRITE(ПМ1,325)PP1(1,1),
DP1(6,11),DP1(4,11),DP1(3,11)
,SN1(I),
D1(11),NP1(11)
21 DO 339 I=1,N1
IF(A.F0.0)GO TO 309
IF(DP1(5,I))309,315,315
315 PP1(6,I)=0.
DP1(5,I)=0.
309 DM=PP1(4,I)
PA=PP1(3,I)
EFF=EF1(I)
ASSIGN 311 TO LL
GO TO 10
311 SN1(I)=NS
D1(I)=D+100.
NP1(I)=NPS
IF(LNW.GT.1)GO TO 332
  
```

II4

```

WRITE(MHF,326)I,PP1(1,I)
,PP1(6,I),PP1(4,I),PP1(3,I);S
N1(I);
*D1(I)=NP1(I)
332 CONTINUE
IF(LNW.GT.1)GO TO 22
WRITE(MHF,320)
22 IF(A.FQ.0)GO TO 317
IF(PP2(5,11))317,316;316
316 PP2(6,11)=0.
PP2(5,11)=0.
317 PM=PP2(4,11)
PN=PP2(3,11)
EFF=EF2(I)
ASSIGN 327 TO LL
GO TO 10
327 SN2(I1)=NS
D2(I1)=D*100.
NP2(I1)=NPS
IF(LNW.GT.1)GO TO 23
WRITE(MHF,325)PP2(1,11),
PP2(6,11),PP2(4,11),PP2(3,11),
SN2(I1),
*D2(I1),NP2(I1)
23 DO 336 I=1,N2
IF(A.FQ.0)GO TO 310
IF(PP2(5,11))310,318,318
318 PP2(6,11)=0.
PP2(5,11)=0.
310 PM=PP2(4,11)
PN=PP2(3,11)
EFF=EF2(I)
ASSIGN 330 TO LL
GO TO 10
330 SN2(I)=NS
D2(I)=D*100.
NP2(I)=NPS
IF(LNW.GT.1)GO TO 335
WRITE(3,326)I,PP2(1,I),P
D2(6,I),PP2(4,I),PP2(3,I),
*SN2(I),D2(I),NP2(I)

```

```

335 CONTINUE
GO TO 330
10 E1=PM/PN
E2=ABS(E1)
E3=100.*E2
D=EFF/EB
IF(L1)5,5,2
2 F4=E2=0.3*D
NPS=0
IF(E4)1,1,4
1 NS=0.64*RI+D/(1.+2.*E2/D)
IF(NS.LT.PN) GO TO 11
D=D+0.1*D
IF(D.LT.0.6) GO TO 1
L1=0
NP=1
GO TO 16
4 NS=1.5*RI+(0.5*D-E2)
IF(NS.GT.0) GO TO 200
IF(NS.LT.PN) GO TO 11
D=D+0.1*D
IF(D.LT.0.6) GO TO 4
L1=0
NP=1
GO TO 16
5 IF(PM)13,14,14
13 RD=HCT/2.
M1=HCT
A1=E3+HCT/2.
GO TO 15
14 RD=100.*D*HCT/2.
M1=100.*D
A1=E3+HCT/2.
15 A22=NP*DCT
AR=0.1*A22+(MR+RI)/RI
W1S=50.*RI/(MR+A22)
W2S=1.17*YX/DCT*2.*RD*(E3=
RD/2.=50.*D)
W3S=W2S/(1.+W1S)
W4S=E3-50.*D
W4S1=ABS(W4S)

```

```

46S2=E3-25.*D
IF(W4S2)6720,20
20 XU=W4S+(W4S1**2.+W3S)**0.5
XW1=XW/M1
ARS=XW1*(1.-0.5*XW1)-0.6
ARS2=(1.-XW1)*(1.-XW1)
ARS1=ARS/ARS2
IF(AR=ARS1)6,6,7
7 NXW=0.02*A22+(RD-XW)+(MR/RI-1.)
NS=0.01*RI+(XW-NXW)
IF(NS.GT.0) GO TO 201
IF(NS.LT.PN)GO TO 337
201 NP=NP+1
IF(NP.EQ.5)GO TO 337
6 XW5=0.5*PAW*HCT*NP*(MR+RI)
NS1=40.*RI*M11.+2.*XWS
NS=NS1/(A1+10000)
IF(NS.GT.0) GO TO 202
IF(NS.LT.PN)GO TO 337
202 NP=NP+1
IF(NP.EQ.5)GO TO 337
337 GO TO 15
NPS=NP
NP=NKP
DO 0 LL;(319,311,327,330)
336 CONTINUE
IF(LNW.GT.1)GO TO 24
WRITE(MHF,320)
24 NZ=N1-1
IF(L.FQ.1)GO TO 340
DO 300 I=1,NZ
IF(NP.LT.NP1(I))NP=NP1(I)
NZ=NZ-1
DO 301 I=1,NZZ
IF(NP.LT.NP2(I))NP=NP2(I)
EF1(I)=EB*D1(I)/100.
CONTINUE
RETURN
END

```

П.4.5. Программа АЛЬФА
(АЛЬФА, ГАММА)

АЛЬФА

```

SUBROUTINE АЛЬФА
DIMENSION RKT1(10),RKT2(10),SM1(10),S
M2(10),
  *AM1(10),AM2(10),RM1(10),RM2(10),LZ1(10),
  *LZ2(10),
  *EJ1(10),EJ2(10),EF1(10),EF2(10),P1(10),
  *P2(10)
INTEGER SM1,SM2
COMMON/E/ LAH,LRR,LW,LC,L1;AN1,AN2;AK
I,FI,O1,Q2,ALP;
  *RI,VR,ND,MR,EB,RKT1,RKT2,SM1,SM2,AM1,
  *AM2,RM1,RM2;
  *LZ1,LZ2,EJ1,EJ2,EF1,EF2,DK,DC,DP,LYK,
  *R0K,R0B,RF;
  *MG,LOA;PK,PN,PB,PP,KN,KB,WB,BB,UK,UN,UB
  *UP,PMINK;
  *PMIN,PMINB,KKP,KB,KP,E,EMB,EP,SC,SM,
  *FLK,FLB,
  *FLP,CK3,CB3,CP3,LAT,LM1,LT,LP,LUC,ROC
  *KL,KUP,K_B,
  *PI,PIB,PIB,KPK,KPP,KPB,PIE,PEP,PEB,DEL
  *DELB,FTK,FTP,FTB,V,VP,VB,KH,UMK;UMP,U
  *MB;LW
  *LBA,C,CTM,LTB,VB,D1,D2
COMMON/X/ LBA,LYK,LC,KB,EGV,DKB,VB,UB,
  *MKB,UMBB,UMPB,
  *RK1,RK2,RK3,RK4,FLKB,FLPB,FLPB,KPB,SC
  *B,SNB,CTB,
  *PM,PKB,LP,VRB,P,P,NG
REAL L=AL,LM1,KH,KKP,KAS,LP,KPK,KPP,LPB
AD=VRB
AP=IFIX(WP)
LRR=1
LW=1
LAH=0
AKI=1

```

```

FI=0.
OI=0.
O2=0.
D=DK
ALP=0.
RI=900.
MR=17000
EB=2650000.
PMAX=AMAX1(PK,PP,PB,PN)
PSS=PMAX/3
IF(PK<LT,PSS)PK=PSS
IF(PN<LT,PSS)PN=PSS
IF(PB<LT,PSS)PB=PSS
PNB=0.6*PB
IF(PN<LT,PSS)PN=PSS
P1(I)=PK
IF(PN=PK/3)14,14,13
P2(I)=PP
GO TO 7
P2(I)=PK/3.
DO 6 I=1,10
SM1(I)=1
SM2(I)=1
LZ1(I)=1
LZ2(I)=1
EF1(I)=EB*O
EF2(I)=EB*O
EJ1(I)=(EB*O**3)/12.
EJ2(I)=EJ1(I)
IF(LTK=2)1,2,3
NN1=7
NN2=4
LC=0
CALL OMEGA
CALL GAMMA(CK3,RK1,E;PEA)
RKTB=PEA
RKB=CK3*1.2
CALL GAMMA(CB3,R0K,E;PEA)
RKTN=PEA
DO 4 I=1,4

```

```

AM1(I)=8.4
RKT1(I)=RKTB
RM1(I)=RKB
AM2(I)=90.
RM2(I)=RKB
RKT2(I)=0.1*EMB/R0K
EJ2(I)=2.2*EJ2(I)
EF2(I)=1.3*EF2(I)
SM2(I)=0
DO 5 I=5;7
AM1(I)=18.77
RKT1(I)=RKTN
EJ1(I)=1.5*EJ1(I)
EF1(I)=1.15*EF1(I)
RM1(I)=RKB
P2(1)=P2*0.9
P2(2)=P2*0.8
P2(3)=P2*0.9
P2(4)=PB
P1(7)=(PN*1.1+PB)/2.
IF(KB<GT.45)GO TO 12
IF(LOA<GT.15)GO TO 8
P1(2)=PN
P1(3)=PN*1.05
P1(4)=P1(3)
P1(5)=PN*1.1
P1(6)=PN*1.15
IF(PB<LT,PN) GO TO 10
P1(4)=PN*0.2*PB
P1(5)=PN*0.3*PB
P1(6)=(PN+PB*0.9)/2
GO TO 10
IF(LOA<GT.25)GO TO 9
P1(2)=(PK+PN)/2.
P1(3)=PA
P1(4)=PA
P1(5)=PN*1.1
P1(6)=PA*1.15
IF(PB<LT,PN) GO TO 10
P1(4)=PA*0.2*PB

```

9

$P1(5) = PA * 0.3 + PB$
 $Pf(6) = (PN + PB * 0.9) / 2$
 GO TO 10
 IF (L * A * GT * 40) GO TO 11
 $Pf(2) = PK * (PN - PK) / 3$
 $Pf(3) = (PN - P1(2)) / 2$
 $Pf(4) = PN + 1.05$
 $Pf(5) = PN + 1.1$
 $Pf(6) = PN + 1.15$
 IF (PB * LT * PN) GO TO 10
 IF (PN * LT * PNB) PN = PNB
 $Pf(4) = PN$

11

$Pf(5) = 1.2 * PN$
 $Pf(6) = 1.3 * PN$
 GO TO 10
 $Pf(2) = PK + (PN - PK) / 3$
 $Pf(3) = (PN - P1(2)) / 2$
 $Pf(4) = PN + 1.1$
 $Pf(5) = PN + 1.15$
 $Pf(6) = PN + 1.2$
 IF (PB * LT * PN) GO TO 10
 IF (PN * LT * PNB) PN = PNB
 $Pf(4) = PN$

10

$Pf(5) = 1.2 * PN$
 $Pf(6) = 1.3 * PN$
 CALL KPEPR

2

GO TO 15
 $N1 = 9$
 $N2 = 4$
 $LC = 1$
 CALL OMEGA
 CALL GAMMA (CK3, RK1, E, PEA)
 $RKTb = PEA$
 $CBc = (CK3 + CB3) / 2$
 CALL GAMMA (CBc, RK2, E, PEA)
 $RKTm = PEA$
 CALL GAMMA (CP3, RK3, E, PEA)
 $RKTn = PEA$
 IF (RK3 * GT * R05) RKTn = RKTn * RK3 / R05
 DO 16 I = 1, 3

16

$AM1(I) = 1.22$
 $RKT1(I) = RKTb$
 $RM1(I) = RK1$
 $AM1(4) = 28.16$
 $AM1(5) = 28.16$
 $RM1(4) = RK2$
 $RM1(5) = RK2$
 $RKT1(6) = RKTm$
 $RKT1(5) = RKTm$
 $EJ1(4) = 1.5 * EJ1(6)$
 $EF1(6) = 1.15 * EF1(4)$
 $EJ1(5) = EJ1(5)$
 $EF1(5) = EF1(5)$

17

$DO 17 I = 1, 4$
 $AM1(I + 5) = 0$
 $RM1(I + 5) = RK4$
 $RKT1(I + 5) = 0.1 * EMb / ROK$
 $EJ1(I + 5) = EJ1(I + 5) + 2.2$
 $EF1(I + 5) = EF1(I + 5) + 1.3$ 21
 $SM1(I + 5) = 0$
 $AM2(I) = 9.2$
 $RM2(I) = RK3$
 $RKT2(I) = RKTn$
 $P2(1) = PM$ 23
 $P2(2) = PM$
 $P2(3) = PM + 1.05$
 $P2(4) = PM + 1.2$
 $P1(2) = (PA - PK) / 3 + PK$
 $P1(3) = PA$
 $P1(4) = PA + 1.15$
 $P1(5) = (PA + 1.2 * PB) / 2$
 $P1(6) = PB$
 $P1(7) = PA + 0.8$ 24
 $P1(8) = PB + 0.4$
 $P1(9) = PB + 1.2$
 CALL KPEPR
 GO TO 15
 IF (LTK * 6) 18, 18.20
 CALL OMEGA
 $ALP = -ARCTG(0.5 * MP / BF)$

$BT2 = ARCTG(0.5 * MP / BF) / 2$
 $DE2 = ARCTG(0.5 * MP / BF) / 2$
 $ALC = (GO + 57 * 4 + ARCTG(0.5 * MP / BF)) / 5$
 $ALP = AIP + 57 * 4$
 $BT2 = BT2 + 57 * 4$
 $DE2 = DE2 + 57 * 4$
 CALL GAMMA (CK3, RK1, E, PEA)
 $RKTb = PEA$
 $CBc = (CK3 + CB3) / 2$
 CALL GAMMA (CBc, RK2, E, PEA)
 $RKTm = PEA$
 IF (RK2 * GT * ROK) RKTm = RKTm * RK2 / ROK
 CALL GAMMA (CP3, RK3, E, PEA)
 $RKTn = PEA$
 IF (RK3 * GT * R05) RKTn = RKTn * RK3 / R05
 $DO 21 I = 1, 5$
 $AM1(I) = ALC$
 $RKT1(I) = RKTb$
 $RM1(I) = RK1$
 $EJ1(5) = EJ1(5) * 1.5$
 $EF1(5) = EF1(5) * 1.15$
 IF (KB * GT * 45) GO TO 23
 IF (L * A * GT * 15) GO TO 24
 $Pf(2) = PA$
 $Pf(3) = PA + 0.9$
 $Pf(4) = PA + 0.8$
 $Pf(5) = (PN + 0.8 * PB) / 2$
 IF (PB * LT * PN) GO TO 25
 IF (PN * LT * PNB) PN = PNB
 $Pf(3) = PK + 0.2 * PN$
 $Pf(4) = PK + 0.3 * PN$
 GO TO 25
 IF (L * A * GT * 25) GO TO 26
 $Pf(2) = (PK + PN) / 2$
 $Pf(3) = PA$
 $Pf(4) = PA + 0.9$
 $Pf(5) = (PN + 0.9 * PB) / 2$
 IF (PB * LT * PN) GO TO 25
 IF (PN * LT * PNB) PN = PNB
 $Pf(3) = PA + 0.9$


```

26 P1(4)=PNB
GO TO 25
P1(2)=PK
P1(3)=(PK+PN*0.79)/2.
P1(4)=PN
P1(5)=(PN+PB)/2.
IF(PB<LT*PN) GO TO 25
IF(PN<LT*PNB) PN=PNB
P1(3)=PNB
P1(4)=PNB*1.2
25 IF(LTK=4) 19, 27, 20
19 NN1=5
NN2=4
LC=0
DO 22 I=1, 2
AM2(I)=BT2
AM2(I+2)=DE2
RK2(I)=RK2M
RK2(I+2)=RK2M
RM2(I)=RK2
EJ2(I)=EJ2(I)+2.2
EJ2(I+2)=EJ2(I)
EF2(I)=EF2(I)+1.3
EF2(I+2)=EF2(I)
22 RM2(I+2)=RK2
P2(1)=PB*0.79
P2(2)=PB
P2(3)=PB
P2(4)=(P1(5)+PB)/2.
CALL KPEPM
GO TO 15
27 NN1=9
NN2=4
LC=1
AM1(6)=DE2
AM1(7)=DE2
AM1(8)=BT2
AM1(9)=BT2
DO 28 I=1, 7
RK1(I+5)=RK2

```

```

28 EJ1(I+5)=EJ1(I+5)+2.2
EF1(I+5)=EF1(I+5)+1.3
AM2(I)=P-57.4/8.
RK2(I)=RK2M
RM2(I)=RK3
P1(6)=(P1(5)+PB)/2.
P1(7)=1.1*PB
P1(8)=1.2*PB
IF(PB<GT*PK) P1(9)=1.2*PB
IF(PB<LT*PK) P1(9)=1.3*PB
P2(1)=PM
P2(2)=PM
P2(3)=PM+1.15
P2(4)=PM+1.2
CALL KPEPM
CONTINUE
20 RETURN
15 END

```

ГAMMA

```

SUBROUTINE GAMMA(ZC, R, ENH, PEA)
3CR=(R+3C)/R
IF(3CR<GT*1.5) LR=0.7
IF(3CR<GT*1.303) LR=0.72
IF(3CR<GT*1.305) LR=0.707+0.019*3CR
IF(3CR<GT*1.31) LR=0.703+0.009*3CR
IF(3CR<GT*1.32) LR=0.701
PEA=LR*ENH*0.7/R
RETURN
END

```

П.4.6. Программа СМЕТА (СМЕТА, ОМЕТА)

СМЕТА

```

SUBROUTINE СМЕТА
DIMENSION SM1(10), SM2(10), LZ1(10),
+ LZ2(10), EF1(10), EF2(10), AM1(10), A
M2(10),
+ RK1(10), RK2(10), EJ1(10), EJ2(10),
+ RM1(10), RM2(10), P1(10), P2(10)
COMMON/E/ LAH, LRR, LW, LC, LI, NN1, NA
2; AKI; PI, O1, O2, ALP,
+ OI, NP, ND, MR, EB, RKT1, RKT2, SM1, SM2,
AM1, AM2, RM1, RM2;
+ LZ1, LZ2, EJ1, EJ2, EF1, EF2, DKR, DC, DM
, LYK, ROK; ROB, OGB,
+ MB, LPA, PKB, PN, PB, PM, KGB, KBW, BB1, U
, UY, UB; UP, PMNK,
+ PMIN, PMINB, XSK, XSB, XSM, XEK, XEB; X
EM, SCB, S4B, FLKB, FLBM;
+ FLNB, CK3, EB3, CP3, LOP, LMI, LP, LY
C, ROC, KL, KUP, KUB,
+ OI, OIB, OIP, KPK, KPN; KPB, PE, PEM, PEB
, DEL; DELM;
+ DELB, FTK, FTP, FTB, V; VP, VBB, KN, UHKB
, UHNB, UMBB, LNB;
+ LBA; CTM, LTB, HB, P1, P2
COMMON/W/ LBA, LTK; LBK, BF, DK, VB; U
HK, UHB, UHP,
+ RK1; RK2, RK3, RK4, FLK, FLB, FLN, KF, SC
, SM, CT
+ , PM, PK, UP, NP, P, F, HF, BS
DC=1.2*DK
DM=DK
HK=BS+(0.03+0.8*UHK)*0.3
HB=BS+(0.03+0.8*UHB)*0.3
HP=BS+(0.03+0.8*UHP)*0.2
IF(CK3<GT*0.03) HK=0.
IF(EB3<GT*0.03) HB=0.
IF(CP3<GT*0.03) HP=0.
C41=2.8*(HK+(BS+HK)+HB+(BS+HB)+HP
+(BS+HP))
C42=10*(HK+HB+HP)

```

```

CCL3=1.95*BS*(HK*HB*HP)
CU=CCL1+CCL2+CCL3
SM=0.38
IF(LBK:EQ:7)DK=0.
IF(LBK:EQ:2)DK=0.
IF(LBK:EQ:5)GO TO 3
IF(LBK:EQ:6)GO TO 5
IF(NP=18)9,34,42
9 VES=14.2
GO TO 55
34 VES=10.3
GO TO 55
42 IF(NP=22)47,48,49
47 VES=18.4
GO TO 55
48 VES=21.
GO TO 55
49 IF(NP=27)53,54,55
53 VES=24.
GO TO 55
54 VES=27.7
55 CD=0.29*P+VES*ШР
DHP=NP*0.01
IF(DK<LT,HP)DK=HP*0.03
CBP=0.29*P+NP*(ШР-1)
CBE=(125+335*(DK-0.2)+5.
3*(SC-4))/2.1
CTB=SC*(20.8-SC*0.38+14.
3*DK+VB/2000)
CP1=SC*(2198-0.324*SC+0.7
*VB/1000)
IF(LBK:EQ:7)DK=0.
IF(LBK:EQ:8)DK=0.
CP2=SC*(13.8+SC*0.406)
CP4=225+16*(SC-0)
CNP=(115+4.3*(VB/1000+
0.32*7.2*(SM-2.))/2.1
IF(LBK:EQ:1)CT=CTB/1.33
IF(LBK:EQ:2)CT=SC*(25.2-
0.37*SC+VB/2000)/1.33
IF(LBK:EQ:3)CT=CTB/1.33*CD
IF(LBK:EQ:4)CT=CTB/1.3*CD

```

```

IF(LBK:EQ:5)CT=SC*13.3/1.33
IF(LBK:EQ:6)CT=SC*11.3/1.33
IF(LBK:EQ:7)CT=CP1+CBP
IF(LBK:EQ:8)CT=CP1+CBP+CU
IF(LBK:EQ:9)CT=CTB/1.33*CD+CU
IF(LBK:EQ:10)CT=CTB/1.3*CD+CU
IF(LBK:EQ:11)CT=CTB+CD+CU
IF(LBAC:EQ:1)GO TO 27
IF(LBAC:EQ:4)GO TO 28
CT=CT*1.33
CNP=CNP*1.33
IF(LBK:EQ:7)CT=CP2+CBP*1.33
IF(LBK:EQ:8)CT=CP2+(CBP+CU)*1.33
28 CT=CT*2.1
CNP=CNP*2.1
IF(LBK:EQ:7)CT=CP4+CBP*2.1
IF(LBK:EQ:8)CT=CP4+(CBP+CU)*2.1
27 IF(LTK=2)66,67,68
66 WRITE(3,69)
69 FORMAT(//2X,24НКРЕПЬ С ПРЯМЫМИ
СТЕНАМИ
+23НОТКРЫТАЯ,КОРОВОВЫЯ СВДА)
GO TO 51
67 WRITE(3,70)
70 FORMAT(//2X,24НКРЕПЬ С ПРЯМЫМИ
СТЕНАМИ
+24МЗАМКНУТАЯ,КОРОВОВЫЯ СВДА)
GO TO 51
68 IF(LTK=4)71,72,73
71 WRITE(3,74)
74 FORMAT(//2X,30НКРЕПЬ С КРИВОЛИН
ЕЯНЫМИ СТЕНАМИ
+23НОТКРЫТАЯ,ОВАЛЬНАЯ ФОРМА)
GO TO 51
72 WRITE(ПЧ1,75)
75 FORMAT(//2X,30НКРЕПЬ С КРИВОЛИН
ЕЯНЫМИ СТЕНАМИ
+24МЗАМКНУТАЯ,ОВАЛЬНАЯ ФОРМА)
51 IF(LBK=2)10,11,12
10 NP=0
ШР=0.
WRITE(ПЧ1,13)

```

```

13 FORMAT(2X,43M БЕТОННАЯ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)
GO TO 100
11 NP=0
ШР=0.
WRITE(ПЧ1,14)
14 FORMAT(2X,43M ЖЕЛ БЕТ ТУБИЛИИ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)
GO TO 100
12 IF(LBK=4)15,16,17
15 WRITE(ПЧ1,18)
18 FORMAT(2X,43M ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)
GO TO 100
16 WRITE(ПЧ1,19)
19 FORMAT(2X,43M ЖЕЛ БЕТ ЗАМКНУТ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)
GO TO 100
17 IF(LBK=6)20,21,22
20 NP=0
ШР=0.
WRITE(ПЧ1,23)
23 FORMAT(2X,43M НАБРЪЗГОВЕЩЕННАЯ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)
GO TO 100
21 NP=0
ШР=0.
DK=0.
WRITE(ПЧ1,24)
24 FORMAT(2X,43M АНКЕР С МЕТ СЕТ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)
GO TO 100
22 IF(LBK:EQ:7) WRITE(ПЧ1,25)
GO TO 63
25 FORMAT(2X,43M ПОДАТЛОВАЯ СВМ
D= CM NP= ШР= P/ПМ,
*16M CT= РУБ/ПМ)

```

```

63 IF(LBK.EQ.8)WRITE(ПЧ1,44)
   GO TO 64
64 FORMAT(2X,43M СВП+ЦЕМЕНТАЦИЯ
D= CM NM= WP= P/ПМ,
   *16M CT= PУБ/ПМ)
   IF(LBK.EQ.9)WRITE(ПЧ1,45)
   GO TO 65
65 FORMAT(2X,43M ЖБ СВ+ЦЕМЕНТ
D= CM NM= WP= P/ПМ,
   *16M CT= PУБ/ПМ)
   IF(LBK.EQ.10)WRITE(ПЧ1,46)
   GO TO 81
66 FORMAT(2X,43M ЖБ ЗАМ-ЦЕМЕНТАЦ
D= CM NM= WP= P/ПМ,
   *16M CT= PУБ/ПМ)
81 IF(LBK.EQ.11)WRITE(ПЧ1,80)
   GO TO 100
80 FORMAT(2X,43M БЕТ СВ-ЦЕМЕНТАЦ
D= CM NM= WP= P/ПМ,
   *16M CT= PУБ/ПМ)
100 AK=DK+100
   WRITE(ПЧ1,26)AK,ПМ,WP,CT
26 FORMAT(1M,20X,F3,0,8X,I2,4X;F
3.1,8X;F5,0)
   WRITE(ПЧ1,50)SC,S4,P
50 FORMAT(2X,16M СЕЧЕНИЕ Б СВЕТУ .
F4.1;11M2, ВЧЕРНЕ ,
   *F4.1;13M2, ПЕРИМЕТР ,F4.1,1X,
1M)
   WRITE(3,S2)МК,МД,МБ
52 FORMAT(2X,28M ГЛУБИНА ЦЕМЕНТАЦИ
И В КРОПЛЕ ;
   *F3.1;11M, В ПОЧВЕ ;F3.1;11M,
B БРКАХ ,F3.1;11M,/)
73 CONTINUE
61 FORMAT(10X;19M ЦЕНОСТЬ ПРОХОДА
KV ,F4.0,1X;6M PУБ/ПМ)
   RETURN
   END

```

ОМЕГА

```

SUBROUTINE ОМЕГА
COMMON/Ж/ LBAC, LTK, LSK, B, DK
, VB, UHK, UHB, UHP,
   *RK1, RK2, RK3, RK4, FLK, FLB, FLN,
KP, SC, S4, CT
   *PM, PK, WPTNP, P, F, HP, BS
   IF(LTK.LE.2)GO TO 1
   C1=ARCTG(0.5+HP/BF)
   C2=SIN(C1)
   RK1=(0.5+HP/C2)*0.5+DK/2.
   RK2=0.5+HP/C2+DK/2.
   C5=C2+0.2*(RK2-DK/2.)
   C6=C5**2.
   C7=SQRT(1.+C6)
   C8=3.14-2.*C1
   C9=3.14-C8+2.*(ARCTG(C5/C7))
   A1=SIN(1.57-C1)
   A2=COS(1.57-C1)
   C10=0.5*((RK1-DK/2.)+2.+C8*
(RK2-DK/2.)+2.+C9)
   B1=2.*(RK1-RK2)+A1+(RK2-DK/
2.)*C7)
   П=(RK2-DK/2.)+2.+(0.5+HP*(R
K1-RK2)+A1)**2.
   HCT=П+SQRT(П)
   BC=B1+DK
   H0=HCT+(RK1+RK2)+A2
   H1=(H0+0.2)*(A1/A2)
   H2=(H0+0.2)**2.*(A1/A2)
   C1f=(HCT-0.2)*(0.5+B1-H1)-H2
   RK3=0.78*B1+DK/2.
   П=2.*ARCTG(B1/SQRT(4.*RK3**2
.-B1**2.))
   S= SIN(П)
   CP= COS(П/2.)
   SC1=C10+C1f
   SC2=0.5*((RK3-DK/2.)+2.)*(P
+SP)

```

```

   C12=0.5*((RK1+DK/2.+UHK)**2
.+C8*(RK2+DK/2.+UHB)**2.+C9)
   C13=((DK+UHB)**2.)*(C5/C7)
   S4=C12+C13
   S42=0.5*((RK3+DK/2.+UHP)**2
.)*(P+SP)
   S43=(CP*(DK+UHB)**2.)/C1
   H5=2.*(RK1-RK2)+A1+(RK2-DK
/2.)
   IF(LTK.EQ.4)GO TO 2
   SC=SC1
   S4=S41
   P=RK2*(3.14-C8)+RK1+C8+2.*R
K2*(ARCTG(C5/C7))
   FLK=0.5
   FLB=0.3
   GO TO 4
2   SC=SC1+SC2
   S4=S41+S42+S43
   P1=RK1+C8+RK2+C9+RK3+P
   P2=2.*DK+SIN(0.5*(3.14-П))-A
RCTG(C5/C7))
   P=P1+P2
   FLK=C1.5
   FLB=0.5
   FLN=0.18
   GO TO 4
   RK1=0.7005+BF+DK/2.
   RK2=0.2653+BF+DK/2.
   RK4=(HP+PF+0.062)/4.
   C1=(RK1+RK2)+0.556
   B1=2.*(C1+RK2-DK/2.)
   HCT=HP+SQRT((RK2-DK/2.)**2.
-(0.5+BF+C1)**2.)
   H0=HCT*(RK1-RK2)+0.852
   BC=B1+DK
   C2=B1*(HCT+0.2)-0.46*(RK1-R
K2)**2.
   C3=0.5*((RK1+DK/2.)**2+1.1
7*(RK2-DK/2.)**2.+1.97)
   RK3=0.854*B1+DK/2.
   П=2.*ARCTG(B1/SQRT(4.*RK1**
2.-B1**2.))

```

```

SF= SIN(P)
CF= COS(P/2)
SSP= SIN(P/2)
SC1=C1+C2
SC2=0.5+(RK3-DK/2) ** 2.)*(
P=SF)
B2=B1+2*DK+2*UMB
C4=B2*(HCT+0.2)-0.46+(RK1+U
RK-RK2-UMB) ** 2.
C5=0.5*(RK1-DK/2+UMK) ** 2.
*1.17+(RK2-DK/2+UMB) ** 2. * 1.97)
S41=E5+C4
S42=0.5*(RK3-DK/2+UMP) ** 2
.)*(P-SF)
S43=(A2=(DK-UMB)-(P-SSP))=
(DK-UMB)*CF
BS=B1
IF(LYK[EQ]2)GO TO 3
SC=SC1
S4=S41
1.15 D=2*HCT+RK1+17+RK2+1.97+
BLK=0.5
PLB=0.2
GO TO 4
3 SC=SC1+SC2
S4=S41+S42+S43
*1.17 D1=2*HCT+RK1+17+RK2+1.97+RK1
14.) P2=RK3+P2+DK*SIN(3.14-P)
P=P1+P2
BLK=0.5
PLB=0.2
PLP=0.17
CONTINUE
RETURN
END

```

Приложение 5

ТЕКСТ ПРОГРАММЫ ОПТИМ

```

DIMENSION IW(7,10),E1(7,10),E2
(7,10),AKP(7),
*E(7,10),A42(7),AMS(1),ALPH(7)
,VIVH(7),SIGM(7,10),
*LBK(7),S(7),P(1),KMP(7),PK(7)
,PN(7),C6(7)
READ(1,1)NN,IB,L,IAP,IO,M,W,N
FORMAT(I1,I1,I3,I7,I3,I1,F5.1,
1 I2)
READ(1,2)(LBK4(I),S(I),P(I)
,KMP(I),PK(I),
*P(I),C6(I),I=1,NN)
2 FORMAT(I2,I4.1,I4,2+4.2,+4+1)
SS=S(1)
IF(SS=10,1,3,4,4
3 CN=10.57
GO TO 5
4 CN=33.46
5 IF(IB=3)20,21,24
AKP=0.60
GO TO 23
20 AKP=0.75
GO TO 23
22 AKP=0.50
23 DO 6 J=1,8
DO 6 I=1,7
IW(I,J)=500
CONTINUE
6 DO 7 I=3,7
IW(1,3)=250
CONTINUE
7 DO 8 I=1,7
IW(1,4)=300
IW(1,2)=200
IW(1,5)=150
IW(1,6)=100

```

```

8 CONTINUE
DATA IW(1,3),IW(2,3)/2*200/,
IW(1,7),
*IW(1,6)/2+20/,IW(2,7),IW(4,7)
/2+23/,
*IW(3,7),IW(4,8)/2+30/,
*IW(3,8)/55/,IW(2,8)/40/,
*IW(5,7),IW(6,7),IW(7,7)/3=50
/,IW(5,8),
*IW(6,8),IW(7,8)/3*60/
DATA E1(2,7),E2(2,7),E1(3,1)
,E1(3,9),E2(3,9),
*E1(4,1),E2(4,1),E1(5,4),E1(6
,9),E1(7,9),E2(7,9)/
*11=0.10/,E1(1,1),E2(1,1),E1(
1,9),E2(1,9),
*E2(7,1)/5+0.15/,E1(1,2),E2(1
,2),E1(4,3),
*E1(5,1),E1(5,2),E1(6,1),E1(6
,2)/7*0.20/,
*E2(4,3),E2(6,1)/2*0.25/,E1(3
,3),E2(3,3),
*E1(4,5),E1(4,6),E1(6,8),E2(5
,1),E2(5,2),E2(6,2)/
*8*0.30/,E2(4,5),E2(4,6)/2*0.
35/,E1(1,3),
*E2(1,3),E1(2,3),E2(2,3),E1(3
,3),E1(3,6),E2(4,6),
*E1(7,3),E2(7,3)/9*0.40/,E1(1
,4)/0.45/,E2(1,6),
*E2(3,5),E2(3,6),E1(5,4),E1(6
,4),E1(7,6)/6*0.50/,
*E2(1,5),E1(1,6),E2(1,8),E2(2
,5),E1(2,6),E1(7,5),
*E2(7,5),E2(7,6),E1(7,8),E2(7
,8)/10*0.60/,E1(1,5),
*E2(1,6),E1(1,8),E1(2,3),E2(2
,6)/5*0.65/
DATA E1(2,8),E1(3,8),E1(6,5)
,E1(6,6),E1(6,8)/
*5=0.70/,E1(5,5),E1(5,6),E1(5
,8)/3*0.75/,E2(2,8),
*E2(3,8),E2(6,4),E1(7,7)/4*0.
80/,E2(7,7)/0.85/,
*E1(3,7),E1(6,7),E2(5,4)/3*0.
90/,E2(6,5),E2(6,8)/
*2*0.95/,E2(5,8),E2(5,5)/2*1.

```

```

00/.E2(3,7),
  *E2(4,7),E2(6,6)/3*1.10/,E2
(3,6)/1.15/,
  *E1(2,2),E2(2,2),E1(3,2),E2
(3,2),E1(4,2),E2(4,2),
  *E1(7,2),E2(7,2),E1(5,3),E2
(5,3),E1(6,3),E2(6,3),
  *E1(2,4),E2(2,4),E1(3,4),E2
(3,4),E1(4,4),E2(4,4),
  *E1(7,4),E2(7,4),E1(1,7),E2
(1,7),E1(2,7),E2(2,7),
  *E1(5,7),E2(5,7),E1(6,7),E2
(6,7),E1(4,9),
  *E2(4,9)/30*8.00/
DATA E1(2,1),E2(2,1),E2(3,
1),E2(5,8),
  *E2(6,9),E1(7,1)/6*0.15/
24 IF(55-107)26,25,25
  DO 26 I=1,7
  DO 26 J=1,9
  EE(I,J)=E1(I,J)
26 CONTINUE
25 DO 27 I=1,7
  DO 27 J=1,9
  EE(I,J)=E2(I,J)
27 CONTINUE
28 DO 47 II=1,NN
  KK=LBKB(II)
  IF(LBKB(II)=7)30,31,30
30 ALPH(II)=0.0005
  GO TO 32
31 ALPH(II)=0.0020
32 IF(LBKB(II)=5)35,34,35
33 VIVH(II)=1.0
  GO TO 38
34 VIVH(II)=1.2
  GO TO 38
35 IF(LBKB(II)=7)36,37,37
36 VIVH(II)=1.2
  GO TO 38
37 VIVH(II)=1.1
38 DO 47 J=1,9

```

```

  IF(EE(KK,J)=8.)138,139,139
139 SIGM(II,J)=0
  GO TO 47
138 AKP(II)=KPP(II)+1.344*2.0/
(0.4*0.6*VIVH(II))
  IF(M=1)41,42,42
41 AM2(II)=0.
  GO TO 43
42 AM2(II)=1.33*ALPH(II)+P(II)
  *L*10**3/S(II)**3
  *FC(J=8)43,43,145
145 IF(L/(12*(1.-AKP))=(1.-P
  П(II))/200.)=1)44,145,145
43 IF(L/(12*(1.-AKP))*(1.-P
  К(II))/IW(KK,J)+
  *(1.-PП(II))/200.)=N)44,45,
45
44 AMS(II)=0.
  GO TO 46
145 AMS(II)=IAP+L+(AKP*(1.-L/(
  12.*N))*(1.-PП(II))/200.))
  SIGM(II,J)=(5+AKP(II)*L/10
  0.+AM2(II)*(1.-PП(II))*
  *L*CP*1.344*1.37*AMS(II)+C0
  (II)*L*0.1*AKP(II)*L)/1000.
  GO TO 47
45 AMS(II)=IAP+L+(AKP*(1.-L/(
  12.*N))*
  *(1.-PК(II))/IW(KK,J)+(1.-
  PП(II))/200.))
46 SIGM(II,J)=(5+AKP(II)*L/10
  0.+AM2(II)*(1.-PК(II))*
  *L*EE(KK,J)*KPP(II)+1.344*1
  .37*(1.-PП(II))*L*CP=
  *1.344*1.37*AMS(II)+C0(II)*
  L*0.1*AKP(II)*L)/1000.
47 CONTINUE
  WRITE(3,49)
49 FORMAT(////25X,34НПНВБЕАЕ
  ННБЕ ЗАТРАТЫ ТЬСРУФ / ГОД//
  *9C(1H=)/5X,1H:,15X,2/НВНАН
  БОССТАВЛЯЕЧАЯ КРЕИИ/
  *9X,1H:,8Y(1H-)/4X,1H:,21X,
  14НВНДЫ УСЛАЕНАЯ 24X,
  *1H:,3X,13НПЕРЕКРЕПЛЕНАЕ,3X
  .1H:/10Н ВАРИАНТ 1,79(1H-),1H/

```

```

  *2(9X,1H:),2(10Н НАБРЮИГ 1),9X,11H
: БЕТОН I
  *1СН БОЗВЕА :,(2(2X,1H:),4Н ПОДААР
КА/9X,1H:
  *1СН АНКЕВ :,(2(10Н БЕ10Н ),10
Н ЕВН I
  *1СН+ТАМПОНА*:,(10НОБРАТНОГО1,10Н
ЗАМКН 1,10Н НЕЗАМКН 1,
  *7X ПОЧВБ/3(4X,1H:),10Н+ТАМПОНА*1
,9X,1H:,9X,11H: СНОСА :
  *2(9X,1H:)/99(1H=)//)
DO 50 I=1,NN
WRITE(3,48)I,(SIGM(I,J),J=1,9)
FORMAT(4X,I1,4X,9(5X,F5.1,2X)/)
50 CONTINUE
WRITE(3,51)
FORMAT(/99(1H=)//)
WRITE(3,200)((E1(I,J),J=1,9),I=1,
7)
WRITE(3,200)((E2(I,J),J=1,9),I=1,
7)
FORMAT(9(2X,F4.2))
WRITE(3,201)((IW(I,J),J=1,9),I=1,
7)
FORMAT(9(2X,I5))
END

```

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬ- ЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НЕДРА	6
2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НЕДРА	7
3. ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОГРАММЫ ОПТИМ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КРЕПИ	15
Приложение 1. Примеры расчета	20
П.1.1. Расчет одиночной выработки	20
П.1.2. Расчет камеры	21
П.1.3. Расчет сопряжения	25
П.1.4. Выбор оптимальной крепи	30
Приложение 2. Геомеханические основы и алгоритмы системы НЕДРА	37
П.2.1. Программа НЕДРА	37
П.2.2. Программа ШТРЕК	49
П.2.3. Программа ВЫБОР	64
П.2.4. Программа АЛЬФА	66
П.2.5. Программа КРЕПИ	68
П.2.6. Программа СМЕТА	77
Приложение 3. Алгоритм программы ОПТИМ	82
Приложение 4. Тексты программ автоматизированной системы проектирования капитальных горных выработок	84
П.4.1. Программа НЕДРА (НЕДРА, СИГМА)	84
П.4.2. Программа ШТРЕК (ШТРЕК, ВРЕМЯ, ОТПОР)	90
П.4.3. Программа ВЫБОР (ВЫБОР, НОМЕР)	97
П.4.4. Программа КРЕПИ (КРЕПИ, ЛИНИЯ, АЛМАЗ, ПППП, УМН, МВ, БЕТОН)	102
П.4.5. Программа АЛЬФА (АЛЬФА, ГАММА)	115
П.4.6. Программа СМЕТА (СМЕТА, ОМЕГА)	117
Приложение 5. Текст программы ОПТИМ	120

С о с т а в и т е л и :

От ВНИИМ:

Б. Э. Амосин (введение, разделы I-3, прил. I-5); К. А. Ардашев (введение, раздел I, прил. 2); Ю. М. Басинский (введение, раздел I, П.2.3); Е. А. Иванов (П.2.3); О. А. Иванова (П.2.6); Л. Ю. Белозерцева (П.2.6); Н. Н. Карелин (П.2.I., П.4.I); В. В. Комиссаров (П.2.3); Ю. П. Коренной (П.2.3, П.2.6); В. А. Коршунов (раздел 3, П.I.4, П.4.5, прил. 5); В. Ф. Кошелев (П.2.2, П.4.2); М. П. Морозов (П.I.I-П.I.3, П.2.3); Г. П. Пискунова (разделы 2, 3, прил. I-4); Е. С. Рогов (П.2.3); Н. А. Романова (П.4.4); В. Г. Череменин (П.2.I, П.4.I)

От ЛГИ:

Н. С. Булычев (П.2.5)

От Донгипрошахта:

А. П. Пастухов (раздел 3, П.I.4, прил. 3)

Редактор В. Д. Вакуленко

Техн. редактор А. Г. Образцова

Подписано к печати 16/IV-79 г.

М-2562I

Формат бумаги 60x90/16. Объем 8 п. л.

Тираж 200.

Печатный цех ВНИИИ.

Заказ 29.

Бесплатно.

УДК 622.831.24:681.3

Рекомендации по автоматизированному проектированию капитальных горных выработок. Л., 1979, с. 124 (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ШАХТА, КАПИТАЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ, РАСЧЕТ КРЕПИ, СТОИМОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Разработана система автоматизированного проектирования капитальных выработок НЕДРА, с помощью которой по заданной геологической колонке, координатам и параметрам выработки в автоматическом режиме производится оценка ее устойчивости, выбор типов крепи по длине выработки и оценка стоимостных параметров сооружения и крепления.

Выбор однотипной крепи на участке выработки производится с привлечением программы ОПТИМ.

Приведены инструкции к программам НЕДРА, ОПТИМ, примеры расчета параметров крепи (на участках одиночных выработок, сопряжений и в камерах), алгоритмы и тексты программ на языке ФОРТРАН-IV.

Ил. 10, табл. 38.