

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КОМИТЕТ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК  
ВНТП 3-92

МОСКВА - 1993

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМИТЕТ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ  
технологоческого проектирования обогатительных  
фабрик ИНПП З-92

Утверждены Комитетом  
угольной промышленности  
протокол от 08.12.92

Согласованы Госгортехнадзором  
России письмом от 11.12.92  
№ 07-4/107.

Москва 1992

Нормы технологического проектирования обогатительных фабрик разработаны институтом "Эжгипрошахт" (Касьянов В.Д., Болотников В.И., Недобор С.Д., Гриненко Н.Г., Еськова Ж.Г., Покомаренко Г.А.) с участием проектных и научно-исследовательских институтов "Центрогипрошахт", "Сибгипрошахт", "Типрошахт", "Донгипрошахт", "Ростовгипрошахт", "Карагандаагипрошахт", "УкрНИИуглесобождение".

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	6
2. Приемные и аккумулирующие устройства	8
Приемные устройства	8
Аккумулирующие устройства	10
Компоновочные решения	II
3. Дробление и грохочение	II
Дробление	13
Грохочение	14
4. Подготовительная классификация, отсадка и обезвоживание продуктов отсадки	15
Подготовительная классификация	15
Отсадка	I7
Обезвоживание продуктов отсадки	22
Компоновочные решения	26
5. Обогащение в магнетитовой суспензии	27
Приготовление и транспорт суспензии	27
Обогащение крупного угля в сепараторах	30
Обогащение мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах	33
Промывка и обезвоживание продуктов обогащения	36
Регенерация суспензии	40
Компоновочные решения	41
6. Флотация углей и фильтрация флотоконцентрата	42
Подготовка пульпы	42
Реагентное хозяйство	43
Технологические схемы и оборудование флотации	45
Технологические схемы и оборудование фильтрации	46
7. Водно-щламовое хозяйство	49
Продукты воднощламового хозяйства	49
Технологические схемы и оборудование	61
Расход воды	72
Компоновочные решения	76
8. Сушильные отделения	78
Технологические схемы и оборудование	78

	Стр.
Компоновочные решения	8
9. Контроль качества угля и продуктов обогащения	81
Контроль качества исходного угля (горной массы)	81
Контроль качества продуктов обогащения и товарной продукции	84
Химлаборатория	87
Количественный контроль	88
Компоновочно-конструктивные решения	89
10. Цемента и трубопроводы	99
Цемента	99
Трубопроводы	102
Приложения	
Приложение 1. Водно-шламовая схема № 1 для энергетических углей всех марок при глубине обогащения $0,5 + 25$ мм	123
Приложение 2. Водно-шламовая схема № 1а для малоценных высокозольных энергетических углей при глубине обогащения $0,5 + 25$ мм	124
Приложение 3. Водно-шламовая схема № 2 для коксующихся углей и антрацитов, с неразмокаемыми породами, при глубине обогащения 0 мм	125
Приложение 4. Водно-шламовая схема № 3 для коксующихся углей и антрацитов, с размокаемыми породами, при глубине обогащения 0 мм	126
Приложение 5. Водно-шламовая схема № 4 для углей марок Г и Д с содержанием фракции плотностью менее $1300$ кг/ $m^3$ до 10%, с размокаемыми породами, при глубине обогащения 0 мм, используемых для энергетики	127
Приложение 6. Водно-шламовая схема № 5 для углей марок Г и Д с содержанием фракции плотностью менее $1300$ кг/ $m^3$ до 10%, с неразмокаемыми породами, при глубине обогащения 0 мм, используемых для энергетики	128

	Стр.
Приложение 7. Водно-шламовая схема № 6 для углей, добываемых гидравлическим способом, с применением для обезгоживания гидропульпы грохотов	129
Приложение 8. Водно-шламовая схема № 6 а для углей, добываемых гидравлическим способом, с применением для обезгоживания гидропульпы багер-сборников	130
Приложение 9. Принципиальная схема контроля качества исходного угля и продуктов обогащения на фабриках, обогащающих коксующиеся угли	131
Приложение 10. Сводная таблица параметров опробования для обогатительных фабрик, обогащающих коксующиеся угли	132
Приложение 11. Принципиальная схема контроля качества исходного угля и продуктов обогащения на фабриках, обогащающих энергетические угли и антрациты	141
Приложение 12. Сводная таблица параметров опробования для обогатительных фабрик, обогащающих энергетические угли и антрациты	142
Приложение 13. Ориентировочный набор необходимого оборудования и инвентаря проборазделочной для контроля исходных углей (горной массы). Пункты централизованного опробования	151
Приложение 14. Ориентировочный набор необходимого оборудования и инвентаря проборазделочной для периодического исследования сырьевой базы и периодического контроля работы отдельных технологических узлов ОФ	152
Приложение 15. Ориентировочный набор необходимого оборудования и инвентаря проборазделочной для контроля товарной продукции	154
Приложение 16. Технологическая схема пункта централизованного опробования для фабрик, обогащающих коксующиеся угли	155
Приложение 17. Технологическая схема пункта централизованного опробования для фабрик, обогащающих энергетические угли и антрациты	156
Приложение 18. Ориентировочный набор необходимого основного оборудования химлаборатории	157
Приложение 19. Определение параметров трубопровода	158

Комитет угольной промышленности Министерства энергии России	Временные нормы технологического проектирования обогатительных фабрик	ВНПП 3-92
		Взамен ВНПП 3-86 Минуглепрома СССР и "Изменений к ним (1987 г.):"

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- \* I.1. Настоящие нормы должны соблюдаться при проектировании фабрик по обогащению угля и сланца и сортировок.
- \* I.2. Проектные решения по специфическим вопросам обогащения сланца, не отраженным в настоящих нормах, следует принимать в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских институтов.
- \* I.3. При проектировании обогатительных фабрик следует руководствоваться настоящими нормами, "Временными нормами технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт, разрезов и обогатительных фабрик" ВНПП 4-92, "Правилами безопасности на предприятиях по обогащению и брикетированию углей (сланцев)" (Минуглепром СССР, 1990 г.) и другими нормативно-методическими документами.

В настоящих нормах пункты, обязательные для использования при проектировании, отмечены знаком \* . Остальные пункты являются рекомендательными.

- \* I.4. Проектирование погрузки, складирования, отгрузки продуктов обогащения, промышленных площадок, породного комплекса, комплекса обессыпивания, устройств связи и сигнализации следует вести в соответствии с нормами ВНПП 4-92.

I.5. Глубину обогащения угля, предназначенного для коксования, следует принимать 0 мм, а энергетических углей и антрацитов - по результатам технико-экономического сравнения вариантов.

Внесены научно-исследовательским и проектным институтом "угольной промышленности" промышленности "Центрогипронафт"	Утверждены Комитетом угольной промышленности протоколом от 08.12.92	Срок введения в действие 1 марта 1993 г.
--	---	--

**I.6.** Проектирование обогатительных фабрик должно вестись по данным прогноза качественной характеристики углей, сырьевой базы и ее динамики, рекомендаций по технологической схеме, оборудованию, использованию отходов обогащения, подготавливаемых специализированными научно-исследовательскими и проектными институтами.

**и I.7.** Проектирование диспетчеризации, автоматизации, приборов и средств контроля производится с учетом пособия по проектированию "Автоматизация и управление производственными процессами на обогатительных фабриках" (Металлургиздат, 1990 г.).

**I.8.** Производственную мощность обогатительных фабрик принимать: групповых и центральных - по количеству горной массы, поступающей на переработку; индивидуальных - по количеству отгружаемой товарной продукции.

**I.9.** Режим работы следует, как правило, принимать:

индивидуальных фабрик - по режиму работы угледобывающих предприятий (шахты или разреза):

групповых и центральных фабрик - 6000 машинных часов в год;

углеприемных устройств групповых и центральных фабрик и объектов, связанных с приемом угля от них - круглосуточный, круглогодичный;

погрузочно-складских комплексов - согласно НТП 4-92 "Временные нормы технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт, разрезов и обогатительных фабрик".

При необходимости, режим работы указывать в задании на проектирование.

**I.10.** Расчетную производительность оборудования следует принимать:

от углеприемных устройств до дозировочно-аккумулирующих бункеров или складов индивидуальной фабрики равной максимальной производительности шахтных подъемных установок или расчетной производительности внутрикарьерного транспорта разреза;

от углеприемных устройств до дозировочно-аккумулирующих бункеров или складов групповых и центральных фабрик - по максимальной производительности углеприемных устройств;

от дозировочно-аккумулирующих бункеров или складов до главного корпуса - равной часовой мощности фабрики по перерабатываемому углю;

от главного корпуса до погрузочных устройств - на основе качественно-количественной схемы переработки с учетом коэффициента неравномерности, равного:

для трактов угля и продуктов обогащения - I.25;

для трактов отходов крупностью более 0,5 мм - I.5;

для объектов водно-шламового хозяйства, флотации, фильтрации, термического обезвоживания, переработки отходов флотации и высокозольных шламов крупностью 0,5 (I) мм - по данным научно-исследовательских институтов и опыта работы фабрик.

\* I.II. Следует предусматривать:

резерв компрессоров, не участвующих непосредственно в технологическом процессе - I резервный на 4 рабочих;

дублирующие приводы на основных конвейерных линиях, не имеющих параллельно работающих конвейеров, или резервные приводы, размещаемые на перекрёстии.

I.I2. Секции фабрики не должны иметь общего основного оборудования.

I.I3. На каждой технологической операции, как правило, применять одну единицу технологического оборудования.

## 2. ПРИЕМНЫЕ И АККУМУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

### ПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

\* 2.I. Разгрузку исходного угля, поступающего на обогатительную фабрику в железнодорожных вагонах, следует предусматривать, как правило, роторными вагонопрокидывателями. Для разгрузки неисправных вагонов и вагонов с влажным материалом следует преду-

сматривать специальные приемные устройства, оборудованные вибраторами.

При необходимости предусматривать устройства для размораживания угля в вагонах.

Ямы привозных углей, где нет вагоноопрокидывателей, должны быть оборудованы механизмами для закрывания разгрузочных люков вагонов.

2.2. При доставке угля из разреза на обогатительную фабрику железнодорожными думпкарами или автосамосвалами в приемных устройствах необходимо предусматривать предварительное грохочение поступающего угля и дробление надрешетного продукта.

2.3. Вместимость бункеров приемных устройств следует определять конструктивно в зависимости от количества и грузоподъемности одновременно разгружаемых железнодорожных вагонов или автосамосвалов (углевозов) наибольшей грузоподъемности с учетом создания в бункере буферного слоя высотой не менее 2 м, исключающего попадание материала на полотно питателя и подсос холодного воздуха в помещение.

\* 2.4. Углы наклона ребер приемных бункеров должны превышать угол трения угля о футеровку:

для сухого и неслеживающегося – не менее чем на 5°;

для влажного либо слеживающегося – не менее чем на 10°.

При отсутствии данных об углах трения угля о футеровку углы наклона ребер бункеров следует принимать:

для сухого и неслеживающегося – не менее 50°;

для влажного и слеживающегося – не менее 60°.

\* 2.5. Наклонные плоскости бункеров должны футероваться износостойчивыми материалами и иметь гладкую поверхность и закругленные углы между стенками, исключающие возможность слеживания и зависания угля.

\* 2.6. Разгрузочные отверстия бункеров приемных устройств должны иметь линейные размеры в одном измерении не менее чем в 3 раза превышающие максимальную крупность поступающего угля.

**2.7.** Необходимо, как правило, предусматривать автоматическое взвешивание угля, подаваемого на обогатительную фабрику.

**2.8.** Проектирование углеприемных устройств обогатительных фабрик, перерабатывающих угли, добываемые гидравлическим способом и доставляемые гидротранспортом, следует вести в соответствии с "Временными нормами технологического проектирования угольных и сланцевых шахт" ВНП I-92.

#### АККУМУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

**2.9.** Подачу угля от приемных устройств на фабрику необходимо предусматривать через аккумулирующие бункера или склады, выбор типа которых следует определять технико-экономическими расчетами.

**2.10.** Крупность угля, поступающего в аккумулирующие устройства, не должна превышать 300 мм.

**2.11.** Перед подачей угля в аккумулирующие устройства или на дальнейшую переработку необходимо предусматривать механическое удаление из него посторонних предметов (металла, дерева и др.), а также с помощью металлоуловителей, и по рекомендациям научно-исследовательских институтов – предварительное удаление крупной породы из перерабатываемого угля, например, в тяжело-средних сепараторах.

**2.12.** Загрузку аккумулирующих бункеров следует предусматривать автоматическую по заданной программе, распределение угля по бункерам – реверсивными передвижными ленточными конвейерами.

**2.13.** Вместимость аккумулирующих бункеров необходимо принимать:

для центральных фабрик на 19 и для групповых на 16 часов работы фабрики;

для индивидуальных фабрик – из расчета усреднения качества угля и обеспечения ритмичной работы шахты (разреза) и фабрики, но не менее чем на сменную работу фабрики.

2.14. В зависимости от назначения углей в качестве аккумулирующих устройств следует принимать бункера, оснащенные безопасными устройствами при чистке, загрузке и разгрузке:

для коксующихся углей, как правило, цилиндро-конической формы;

для углей, не требующих усреднения, - камерного типа без промежуточных перегородок с горизонтальными наклонными стенками и рядом разгрузочных отверстий, количество которых определяется проектом;

для углей, подлежащих отгрузке в рассортированном виде, - с наклонными стенками.

\* 2.15. Предусматривать средства для предотвращения образования залежей угля в бункерах (футеровки, механические, пневматические и др.).

2.16. Напольные склады угля должны приниматься крытые, неотапливаемые; при необходимости следует предусматривать местный обогрев оборудования.

### КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

2.17. Углеприемные устройства при железнодорожном транспорте привозного угля должны, как правило, располагаться на железнодорожных путях преимущественно с противоположной стороны основной промплощадки.

2.18. Следует, как правило, предусматривать блокировку вагоноопрокидывателей с приемными ямами для разгрузки неисправных и негабаритных железнодорожных вагонов.

2.19. Рядом установленные вагоноопрокидыватели необходимо разделять перегородками или стенами и отделять ямы для разгрузки неисправных вагонов от опрокидывателей.

### 3. ДРОБЛЕНИЕ И ГРОХОЧЕНИЕ

3.1. Выбор оборудования для операций дробления и грохочения должен обеспечивать пропускную способность линии (секции).

как правило, одним агрегатом высокой производительности.

3.2. Для поступающих на групповую фабрику привозных углей следует предусматривать отдельную технологическую линию предварительной обработки.

3.3. Режимы работы отделений дробления и грохочения, расположенных до дозировочно-аккумулирующих бункеров, следует принимать в соответствии с режимом работы шахты или разреза, либо в соответствии с режимом работы углеприема (при поступлении на обогатительную фабрику привозных углей). Режимы работы отдельных дробления и грохочения, расположенных после дозировочно-аккумулирующих бункеров, следует принимать по режиму работы обогатительной фабрики.

3.4. Расчетная производительность оборудования грохочения и дробления, расположенного до дозировочно-аккумулирующих бункеров, должна приниматься: при поступлении углей непосредственно от ствола шахты - по производительности шахтного подъема, от разрезов - по производительности вагонеточного транспорта, для привозных углей - по производительности углеприема. Расчетную производительность оборудования дробления, расположенного после дозировочно-аккумулирующих бункеров, и окончательного грохочения (рассортировки на товарные сорта) необходимо определять на основе качественно-количественной схемы обогащения углей исходя из среднечасовой производительности фабрики с учетом коэффициента неравномерности. Расчетную производительность оборудования окончательного грохочения после аккумулирующих бункеров для хранения перерассортированных концентратов, а также расчетную производительность оборудования вспомогательного грохочения (подсева) следует принимать исходя из требуемой производительности погрузочного комплекса.

3.5. Гранулометрический состав исходного угля, дробленых крупных классов угля, продуктов обогащения и их качества следует принимать по рекомендациям научно-исследовательских институтов или по заданию на проектирование, выдаваемому заказчиком.

## ДРОБЛЕНИЕ

ж 3.6. Дробление крупных кусков угля следует предусматривать, как правило, до дозировочно-аккумулирующих бункеров с предварительным грохочением исходного материала.

ж 3.7. Перед дроблением необогащенной горной массы необходимо предусматривать выборку дегтя и механизированное удаление металла.

3.8. Количество стадий дробления должно определяться по допускаемому обогатительным оборудованием максимальному размеру куска угля и количеству необходимого для этой цели дробильного оборудования. Как правило, следует принимать одну стадию дробления.

3.9. Предел просеивания следует принимать:

для коксующихся углей - по верхнему пределу крупности машинного класса, принятому технологической схемой обогащения;

для энергетических углей - по наибольшего размера, предусмотренного стандартами на товарные сорта, или по верхнего предела машинного класса, принятого технологической схемой обогащения.

3.10. Тип дробилки определяется для предварительного дробления крупных кусков породы - крепостью и крупностью кусков породы, для подготовки рядового угля к обогащению в тяжелосредних гидроциклонах - крепостью и крупностью исходного угля, а также требуемой крупностью машинного класса.

Тип дробилок и количество стадий дробления при подготовке рядового угля к процессу обогащения одного машинного класса в тяжелосредних гидроциклонах следует принимать в зависимости от крепости и крупности исходного угля, а также требуемой крупности машинного класса.

3.11. Избирательное дробление следует применять при разнице между объемной прочностью угля и породы по шкале Протодьяконова не менее чем в 1,5 раза и для механизации удаления посторонних примесей из горной массы с крупностью максимальных кусков до 800 мм при указанной разнице в прочностях.

3.12. При прочности пород и требуемой производительности, близких к предельно допустимым для дробилок двухвалковых зубчатых ДДЗ и ДДГ, следует применять щековые дробилки.

3.13. Для измельчения продуктов обогащения следует принимать зубчатые молотковые или щековые дробилки в зависимости от коэффициента крепости дробимого материала.

### ГРОХОЧЕНИЕ

3.14. Производительность грохотов следует принимать по данным заводов-изготовителей с учетом опыта действующих предприятий, а при отсутствии этих данных рассчитывать по методике ИОГГ. Производительность выбранного грохота должна, как правило, обеспечивать однолинейность технологических линий.

3.15. Измельчение материала в процессе грохочения следует принимать по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

3.16. В зависимости от назначения следует принимать следующие типы грохотов:

для предварительного грохочения - цилиндрические и инерционные;

для окончательного и вспомогательного грохочения - инерционные;

для избирательного дробления - барабанные грохоты-дробилки;

для отделения негабаритных кусков-колосниковые.

ж 3.17. Угол установки инерционных грохотов для предварительного грохочения следует принимать  $10-15^{\circ}$ , для окончательного и вспомогательного -  $3-7^{\circ}$ .

3.18. Рассортировку на товарные сорта, как правило, следует предусматривать сухую перед погрузочными устройствами (погрузочными бункерами, конвейерами или желобами). Выделение концентратов кл. 6-13 мм следует, как правило, предусматривать при его обезвоживании с одновременной классификацией непосредственно после операции обогащения.

х 3.19. Для равномерного распределения материала по ширине грохотов во входных диффузорах следует предусматривать распределяющие устройства.

3.20. В зависимости от типа погрузки грохота для окончательной классификации следует располагать:

над погрузочными устройствами (конвейерами, желобами) при наличии аккумулирующих бункеров для хранения сортовых концентратов, расположенных на промплощадке фабрики до погрузочных устройств;

над погрузочными бункерами при хранении готовых сортов в аккумулирующих бункерах, расположенных над ж.п. путями.

3.21. Грохота для вспомогательного грохочения (подсева) следует размещать непосредственно перед погрузочными устройствами.

3.22. Следует предусматривать, как правило, блокировку дробильного отделения с пунктами опробования рядового угля и дозировочно-аккумулирующими бункерами.

#### 4. ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ. ОТСАЛКА И ОБЕЗВОДИВАНИЕ ПРОДУКТОВ ОТСАЛКИ

##### ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

4.1. Гранулометрический состав исходного угля и дробленого продукта, их зольность и влажность следует принимать по результатам опробования горной массы шахт и разрезов, входящих в сырьевую базу фабрики, или по аналогии в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских институтов.

4.2. Для подготовительной классификации углей и антрацитов (разделения на машинные классы) следует предусматривать:

при глубине обогащения 25 мм и влажности менее 7% - сухую классификацию;

при глубине обогащения 25 мм и влажности более 7%, а также при глубине обогащения 13 мм независимо от влажности, как правило, сухую классификацию с последующим обессыпливанием крупного

машинного класса;

при влажности более 12% для каменных углей и антрацита и более 25-35% для бурых углей в зависимости от месторождений, а также при содержании в породе более 50% глинистых частиц сухую классификацию предусматривать не следует;

при глубине обогащения 6 мм и влажности менее 7% - сухую классификацию с последующим обесшламливанием крупного машинного класса;

при глубине обогащения 6 мм и 0,5(0) мм и влажности более 7%, а также при содержании в породе более 50% глинистых частиц - мокрую классификацию с последующим обесшламливанием надрешетного продукта.

4.3. Эффективность грохочения следует определять по формуле:

$$E = \frac{(\alpha - \beta)(c - \alpha)}{(c - \beta)(100 - \alpha)} \alpha \quad (4.1)$$

где:  $\alpha$  - содержание нижнего класса в исходном питании грохотов, %;

$\beta$  - допустимый остаток нижнего класса в надрешетном продукте, %;

$c$  - содержание нижнего класса в подрешетном продукте, %.

Остаток нижнего класса в надрешетном продукте грохочения, направляемом на обогащение в тяжелосредние сепараторы, следует принимать по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Разновидность углей	Остаток нижнего класса, %					
	Размеры отверстия сит, мм					
	50	25	13	10	6	
Каменные угли и антрациты	14	10	8	7	4,5	
Бурые угли	30	25	20	-	-	

	50	25	13	10	6	
Каменные угли и антрациты	14	10	8	7	4,5	
Бурые угли	30	25	20	-	-	

Величину С следует принимать для сит с квадратными и круглыми отверстиями равной 100%, с продолговатыми отверстиями - - 95%.

4.4. При обогащении в магнетитовой суспензии содержание класса 0-1 мм в машинных классах +13(10) мм не должно превышать 2%. Содержание класса 0-0,5 мм в мелких машинных классах не должно превышать 5%.

4.5. Необходимая площадь сит и количество инерционных грохотов для обеспечения заданной производительности при сухой и мокрой классификации рассчитываются исходя из удельной производительности по методике ИОТТ (1980 г. и 1987 г.).

4.6. Расход воды при мокрой классификации и обесшламливании надрешетного продукта после сухой классификации, а также величину шламообразования в процессе мокрой классификации следует принимать согласно требованиям раздела "Водношламовое хозяйство" настоящих норм.

4.7. При мокрой классификации рядового угля на машинные классы следует предусматривать установку двух бризгальных устройств на грохоте:

ливневого - на первой половине грохota;  
веерного - на второй половине грохota.

4.8. Влажность надрешетного продукта после мокрой классификации или обесшламливания (перед обогащением в сепараторах) следует принимать аналогичной влажности обезвоженных продуктов обогащения. Влажность надрешетного продукта после сухой классификации следует принимать одинаковой для отдельных классов и равной влажности исходного угля.

#### ОТСАДКА

4.9. Отсадочные машины, как правило, следует применять для обогащения мелких классов углей и антрацитов легкой и средней обогатимости. Допускается применение отсадочных машин для обогащения мелких классов углей и антрацитов трупной обогатимости, а также для обогащения крупных классов углей легкой обогатимости при содержании породных фракций менее 30%. Для углей, добы-

гаемых гидроспособом, и для углей легкой обогатимости с содержанием класса +13 мм менее 20%, а также по рекомендациям НИИ для углей средней обогатимости следует применять ширококлассифицированную отсадку.

4.10. Верхний предел крупности углей, обогащаемых в отсадочной машине, следует принимать не более 150 мм. Нижний предел крупности мелких классов углей, как правило, - 0,5 мм, а для антрацитов - по рекомендации НИИ.

Нижний предел крупности при обогащении углей крупного машинного класса следует, как правило, принимать 13 мм.

4.11. При обогащении углей для коксования, а также антрацитов для специального назначения следует, как правило, предусматривать выделение трех конечных продуктов: концентрата, промпродукта и отходов. Выделение промпродукта энергетических углей и антрацитов, а также его переобогащение, как правило, не предусматривать.

4.12. Перед отсадочными машинами следует предусматривать установку конических грохотов с распределющим желобом или багер-сборников для углей с неразмокаемыми породами и содержанием фракций плотностью менее 1300 кг/м<sup>3</sup> до 10% либо предусматривать установку отсадочно-дешламационных комплексов. Выбор оборудования для обесшламливания перед отсадочными машинами при конкретном проектировании, размер отверстий сит для выделения шлама или крупность выделяемого шлама, а также эффективность классификации следует принимать по рекомендациям НИИ. Влажность надрешетного продукта конических грохотов следует принимать равной 32%.

4.13. Нормы удельной производительности отсадочных машин по исходному питанию следует принимать по табл. 4.2.

4.14. Значения показателей погрешности разделения для мелкого угля, исключая шлам, следует принимать по табл. 4.3, для шлама - по рекомендациям НИИ.

Таблица 4.2

Содержание легких фракций в исходном угле, %	1. Класс 0,5-13 мм									
	Удельная нагрузка, т/чм <sup>2</sup>									
	Содержание класса 0,5-3 мм в питании, %									
	до 30	30 - 60			свыше 60					
Обогатимость										
	легкая	средняя	трудная	легкая	средняя	трудная	легкая	средняя	трудная	
Свыше 80	20-18	15-12	12-10	15-12	12-10	10-8	10-9	8-7	7-6	
80-50	18-12	12-10	10-8	12-10	10-8	6-8	9-8	7-6	6-5	
до 50	12-10	10-8	8-6	10-8	8-6	6-5	8-6	6-5	5	
2. Класс 13-150 мм										
Содержание легких фракций в исходном угле, %	Удельная нагрузка, т/ч.м <sup>2</sup>									
	Обогатимость									
	Легкая	Средняя			Трудная					
Свыше	25-20	не			не					
80-50	20-15	обога- щать			обога- щать					
до 50	15-12									

продолжение табл. 4.2.

Содержание легких фракций в исходном угле, %	3. Неклассифицированный уголь 0-150 мм									
	Удельная нагрузка, т/ч.м2									
	Содержание класса 0-3 мм в питании, %									
	до 20			20-50			свыше 50			
	Обогатимость									
	легкая	средняя	трудная	легкая	средняя	трудная	легкая	средняя	трудная	
Свыше 80	18-15	15-10	не	15-12	10-8	не	8-7	7-6	не	
80-50	15-12	10-8	обога-	12-10	8-6	обога-	7-6	6-5	обога-	
до 80	12-10	8-6	щать	10-8	6-5	щать	6-5	5	щать	

Примечание: 1. Минимальную производительность следует принимать для антрацитов, а также при высоком содержании мелочи и породных фракций в питании, повышенных требованиях к качеству концентратов.

2. При высоком содержании породных фракций в питании необходимо проверять производительность отсадочной машины по отходам, пользуясь ее паспортной характеристикой.

Таблица 4.3

Крупность угля, мм	Показатель погрешности разделения	
	При низкой плотности разделения (до 1500 кг/м <sup>3</sup> )	При высокой плотности разделения (1850-2000 кг/м <sup>3</sup> )
2(3)-13 (без шлама)	0,16	0,18
13-100(150)	0,12	0,14
2(3)-100(150) (без шлама)	0,15	0,16

Примечание. Для упрощенных расчетов следует пользоваться формулой  $E = \frac{1}{\gamma} - 1000$ , кг/м<sup>3</sup>, (4.2)

где:  $\gamma$  - плотность разделения, кг/м<sup>3</sup>.

4.15. Удельный расход воды и данные по шламообразованию при обогащении в отсадочных машинах следует принимать согласно требованиям раздела "Водно-шламовое хозяйство" настоящих норм. При сухой подаче угля в отсадочную машину расход добавочной воды для смачивания угля следует принимать из расчета 0,5 м<sup>3</sup>/т.

4.16. Производительность воздуходувок должна определяться исходя из удельного расхода воздуха на 1 м<sup>2</sup> площаи решета отсадочной машины, принимаемого по табл. 4.4.

Таблица 4.4

Наименование обогащаемого материала	Удельный расход воздуха, нм <sup>3</sup> /ч.м <sup>2</sup>
Крупный (13-150 мм) и широко- классифицированный уголь (0,5-150 мм)	300
Мелкий уголь (0,5-13 мм)	250
Мелкий антрацит (0,5-6/13 мм)	300

4.17. Бак обратной воды для создания восходящего потока в отсадочной машине должен устанавливаться на высоте не менее 10 м от уровня пульпы в отсадочной машине.

4.18. При выборе воздуховодов следует принимать значение начального давления воздуха в воздушном коллекторе отсадочных машин по табл.4.5.

Таблица 4.5

Крупность угля, мм	Давление воздуха в воздушном коллекторе машины, атм.
- крупный (13-150) и широко-классифицированный (0,5 - 150 мм)	0,30
- мелкий (0-13 мм)	0,25
2. Антрацит 0,5 - 6 (13 мм)	0,40

4.19. Емкость воздухосборников перед отсадочными машинами следует определять из расчета  $0,7\text{--}1,0 \text{ м}^3$  объема на  $1 \text{ м}^2$  решета отсадочной машины.

#### ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ПРОДУКТОВ ОТСАДКИ

4.20. Для обезвоживания продуктов отсадки следует принимать:

для крупного концентраты - инерционные грохоты;

для мелкого концентраты - багер-сборник при содержании фракций менее  $1300 \text{ кг}/\text{м}^3$  до 10%, конические и инерционные грохоты, для вторичного обезвоживания - центрифуги со шнековой выгрузкой осадка (при наличии размокаемых пород) и фильтрующие;

для промпродукта - элеваторы, фильтрующие центрифуги для вторичного обезвоживания мелкого промпродукта, грохоты для вто-

ричного обезвоживания промпродукта ширококлассифицированной отсадки, центрифуги со шнековой выгрузкой осадка для вторичного обезвоживания мелкого промпродукта при наличии размокаемых пород:

для породы - элеваторы; допускается мелкую породу при большом содержании мелких классов и при отсутствии размокаемых частиц дополнительно обезвоживать на инерционных грохотах.

4.21. Для предварительного сброса воды перед обезвоживающими грохотами следует применять щелевидные сита с щелями размером:

при обезвоживании мелких классов - 0,5 мм,

при обезвоживании крупных классов - 0,75-1 мм,

перед грохотами для выделения класса 6-13 мм

из класса 0-13 мм - 3 мм.

4.22. Минимально допустимую длину пути ( $l$ ) обезвоживания мелкого концентратата, промпродукта или отходов в элеваторе следует определять исходя из минимального времени дренирования ( $t_{min}$ ) по формуле:

$$l \geq 0.28 \frac{Q \cdot a \cdot t_{min}}{\sigma \cdot \pi \cdot i}, \quad (4.3)$$

где:  $Q$  - производительность элеватора, соответствующая максимальному выходу продукции, т/ч;

$a$  - шаг ковша, м;

$t_{min}$  - время дренирования, с;

$\sigma$  - насыщая масса материала, т/м<sup>3</sup>;

$\pi$  - коэффициент заполнения ковшей;

$i$  - емкость ковша, л.

Нормированное время дренирования воды ( $t_{min}$ ) на элеваторах следует принимать по табл. 4.6.

Таблица 4.6

Крупность про- дукта, мм	Продукт	Минимальное время дрениро- вания, сек.	
		нормальные ковши	сосредоточен- ные ковши
Более 13 (25)	промпродукт	17	10
	отходы	15	9
0,5-13(25)	концентрат	31	16
	промпродукт	29	16
0,5 - 100(150)	отходы	27(40)	14(20)
	промпродукт	24	15
	отходы	22(35)	12(20)

В скобках приведены значения времени дренирования отходов при наличии в них глинистых частиц.

4.23. Скорость движения конвейер обезвоживающего элеватора следует принимать:

для предварительного обезвоживания - 0,25 м/с;  
для окончательного обезвоживания - 0,17 м/с.

Скорость движения конвейер обезвоживающего элеватора ( $V$ ) следует проверять по формуле

$$V \leq \frac{l}{t_{\min}} \text{ м/с.} \quad (4.4)$$

4.24. Допустимые нагрузки на обезвоживающие грохоты в зависимости от крупности обезвоживаемого продукта следует принимать по табл. 4.7.

Таблица 4.7

Крупность про- дукта, мм	Нагрузка т/ч.м <sup>2</sup>	Крупность про- дукта, мм	Нагрузка т/ч.м <sup>2</sup>
0,5 - 6	3,3	13 - 50	7,0
0,5 - 10	3,7	13-100	8,3
0,5 - 13	4,0	13-150	9,2
0,5 - 20	4,3	25-100	9,5
6 - 25	5,8	25-150	11,3
6 - 50	6,7	-	-

Нагрузку на багер-элеваторы следует принимать  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  площади освещения.

4.25. Ширина щелей сит обезвоживающих грохотов следует принимать:

для обезвоживания концентрата - 0,5-0,75 мм;

для отходов и промпродукта - 0,75 - 1,0 мм.

4.26. Шламообразование от истирания при обезвоживании на грохотах следует принимать в размере 1,0% от поступающего на грохот питания.

4.27. При обезвоживании концентрата отсадки на грохотах следует предусматривать его ополаскивание с расходом воды на 1 т:

для крупного концентрата -  $0,25 \text{ м}^3/\text{ч}$

для мелкого концентрата -  $0,30 \text{ м}^3/\text{ч}$

4.28. Для промпродукта ширококлассифицированной отсадки, являющегося конечным продуктом обогащения, следует предусматривать дополнительное обезвоживание на грохотах и ополаскивание с расходом воды на 1 т  $0,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

4.29. Влажность продуктов обогащения отсадки после обезвоживания следует принимать согласно табл. 4.8.

Таблица 4.8

Наименование продукта обогащения	Влажность продуктов после обезвоживания на		
	элеваторах (багер- элеваторах)	грохотах	центрифуги
Концентрат кл.13-150 мм	-	6-12	-
Концентрат кл.6-13 мм (антрацит)	-	7-9	-
Концентрат кл.0,5-13 мм	18-22	14-16	8-10
Концентрат кл.0,5-6 мм	-	-	9-9,5
Промпродукт кл.13-150 мм	9-14	7-13	-
Промпродукт кл.0,5-13 мм	19-23	15-17	8-12
Отходы кл.13-150 мм	10-15	8-14	-
Отходы кл. 0,5-13 мм	20-24	16-20	-

Большее значение влажности концентратса и промпродукта следует принимать для углей меньшей степени метаморфизма. Большее значение влажности отходов необходимо принимать при наличии в них глинистых частиц (размокаемых породах).

### КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

4.30. Классификационные грохоты, как правило, необходимо устанавливать непосредственно перед тяжелосредными сепараторами с прямой подачей классифицированного угля в сепаратор.

4.31. При установке ряда параллельно работающих грохотов, надрешетный продукт которых собирается на ленточном конвейере, разгрузочный барабан конвейера следует располагать вблизи ванн сепаратора с минимальными перепадом и длиной загрузочного желоба с учетом обеспечения равномерной загрузки сепаратора по ширине ванн.

4.32. Брызгала на грохотах для обесшламмивания мелкого угля следует размещать ближе к загрузочной части, чтобы зона обезвоживания составляла около половины длины грохота (2,5-3 м).

\* 4.33. Воздуходувки следует, как правило, располагать в непосредственной близости от отсадочных машин в изолированном помещении на нулевой отметке.

4.34. Количество резервных воздуходувок и центрифуг необходимо принимать из расчета I резервную на 1-4 работающих, при большем количестве - I резервную на каждые 4 работающих.

4.35. Количество конических грохотов для обесшламмивания углей перед обогащением в отсадочных машинах следует принимать конструктивно по ширине отсадочной машины с учетом производительности грохота по пульпе и твердому. Конические грохоты необходимо устанавливать непосредственно у отсадочной машины, обеспечивая необходимый напор и возможность быстрого демонтажа.

## 5. ОБОГАЩЕНИЕ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

### ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СУСПЕНЗИИ

5.1. В качестве утяжелителя для приготовления супензии следует применять магнетитовый концентрат плотностью 4330-4680 кг/м<sup>3</sup> с содержанием магнитных фракций более 90%. Среднюю насыпную массу магнетита необходимо принимать 2150 кг/м<sup>3</sup>.

5.2. Для обогащения в трехпродуктовых гидроциклонах следует применять магнетит крупный (К) или мелкий (М); для обогащения в двухпродуктовых гидроциклонах - магнетит мелкий (М) или тонкий (Т); для обогащения в тяжелосредных сепараторах - магнетит всех трех типов. Магнетит должен соответствовать табл. 5.1.

Таблица 5.1

Крупность зерен, мкм	Тип магнетитового утяжелителя		
	К	М	Т
	Содержание зерен, %		
Менее 20	3-10	10-25	25-35
Менее 40	40-50	50-60	60-75
Более 150	2-10	2-10	0-5

ж 5.3. Склад магнетита, как правило, следует располагать в главном корпусе или в блоке с ним со стороны тяжелосредной установки.

Допускается строительство отдельного отапливаемого здания склада магнетита в непосредственной близости от главного корпуса.

ж 5.4. В складе магнетита должны быть сосредоточены все операции от приема транспортных средств и разгрузки магнетита до подачи свежеприготовленной супензии в сборники тяжелосредной установки, а также предусмотрены меры по проветриванию склада.

5.5. Для механизации склада следует предусматривать: кран мостовой электрический грейферный для разгрузки железнодорожных вагонов, штабелирования и загрузки магнетита в

сборник для приготовления суспензии;

вибратор накладной для разгрузки вагонов;

сборник для приготовления суспензии;

насосы для подачи приготовленной суспензии в процесс и для приготовления суспензии за счет переключения их на ширкуляцию;

трубопроводы сжатого воздуха для замачивания суспензии.

ж 5.6. Емкость склада должна быть достаточной для накопления запаса магнетита на период времени с отрицательными температурами наружного воздуха.

5.7. Плотность свежеприготовленной суспензии должна быть на 15% выше плотности рабочей суспензии. Суспензию следует подавать в сборники кондиционной суспензии. При требуемой плотности суспензии больше 2000 кг/м<sup>3</sup> допускается снижение плотности свежеприготовленной суспензии до 1600-1800 кг/м<sup>3</sup> и подачи ее в сборники некондиционной суспензии для дальнейшей обработки в системе регенерации.

ж 5.8. Для сбора случайных переливов суспензии в складе магнетита следует предусматривать загруженный ниже нулевой отметки сборник с самовсасывающими насосами, установленными на нулевой отметке. Уклоны полов следует выполнять в сторону сборника.

5.9. Расчет основных параметров суспензии следует производить по формулам, основанным на балансе твердой, и жидких фаз в данном объеме

$$P_T = \frac{\rho_T (P_C - 1000)}{P_T - 1000} ; \quad (5.1.)$$

$$\rho_C = 1000 + \frac{P_T (P_T - 1000)}{\rho_T} ; \quad (5.2)$$

$$\rho_T = \frac{P_T \cdot 1000}{P_T - (P_C - 1000)} ; \quad (5.3)$$

$$P_M = P_T \frac{\rho_M (P_M - P_T)}{P_T (P_M - \rho_M)} ; \quad (5.4)$$

$$\rho_M = P_T \cdot \frac{\rho_M (P_T - \rho_M)}{P_T (P_M - \rho_M)} ; \quad (5.5)$$

где:  $\rho_s$  - плотность суспензии, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_t$  - плотность твердой фазы суспензии, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{ш}, \rho_m$  - соответственно плотности шлама и магнетита, кг/м<sup>3</sup>;  
 $V$  - объем суспензии, м<sup>3</sup>;  
 $\rho_m, \rho_t, \rho_{ш}$  - соответственно, масса магнетита, твердого  
и шлама в суспензии, кг.

Предельно допустимо содержание твердого в суспензии различной плотности следует принимать по табл. 5.2.

Таблица 5.2

Плотность суспензии, кг/м <sup>3</sup>	Предельно допустимое содержание твердого, кг/м <sup>3</sup>			
	при обогащении угля		при обогащении антрацита	
	магнетит, не менее	шлам, не более	магнетит, не менее	шлам, не более
1400	355	370	-	-
1500	505	320	-	-
1600	645	280	595	330
1700	795	230	745	280
1800	945	190	905	220
1900	1095	130	1065	100
2000	1245	80	1225	100
2100	-	-	1375	50

5.10. Для перекачки суспензии необходимо предусматривать насосы и запорную арматуру в износостойком исполнении, предназначенные для работы на абразивных материалах. Производительность насосной установки для суспензии следует принимать на 20-25% большие расчетного расхода суспензии. Толщину стенок трубопроводов, а также углы наклона самотечных трубопроводов для суспензии следует принимать в соответствии с разделом "Хлеба и трубопроводы" настоящих норм.

х 5.11. Для взмучивания суспензии перед пуском установок следует предусматривать подвод сжатого воздуха от компрессорной ко всем сборникам суспензии. Давление сжатого воздуха должно составлять 0,7 МПа ( 7 кг/см<sup>2</sup>), расход воздуха необходимо принимать из расчета 15 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> суспензии.

#### ОБОГАЩЕНИЕ КРУПНОГО УГЛЯ В СЕПАРАТОРАХ

5.12. Тяжелосредние сепараторы следует применять для обогащения углей очень трудной, трудной и средней обогатимости, антрацитов всех категорий обогатимости при содержании класса +13 мм в горной массе более 20%, а также для углей легкой обогатимости при содержании породных фракций более 30%.

5.13. Верхний предел крупности углей и антрацитов, обогащаемых в тяжелосредних сепараторах, следует, как правило, принимать не более 200 мм. Допускается повышение верхнего предела до 300 мм. Нижний предел крупности углей и антрацитов, обогащаемых в тяжелосредних сепараторах, следует, как правило, принимать 13 мм. Допускается понижение нижнего предела до 10 мм (если позволяет характеристика сепаратора) либо повышение его до 20 (40) мм.

5.14. Содержание классов 0-13 (25) мм и 0-1 мм в питании тяжелосредних сепараторов следует принимать в соответствии с требованиями раздела "Подготовительная классификация, отсадка и обезвоживание продуктов отсадки" настоящих норм.

5.15. При обогащении углей и антрацитов двумя машинными классами следует принимать граничный размер крупности 25-50 мм. Выбор граничного размера крупности определяется исходя из гранулометрического состава исходного угля с учетом оптимальной загрузки примененных сепараторов.

5.16. Величину расчетной нагрузки на метр ширины ванны сепаратора следует принимать по табл.5.3.

5.17. Засорение продуктов обогащения углей и антрацитов посторонними фракциями при содержании в породе глинистых примесей до 50% следует рассчитывать по среднему вероятному отклоне-

Таблица 5.3

Крупность обогащаемого угля, мм	Нагрузка на 1 м ширины ванны по всплывшему продукту, т/ч		Расчетные величины нагрузок колесных сепараторов по потонувшему продукту									
			Сепаратор СКН-20			Сепаратор СКН-32 с короткой ванной			Сепаратор СКН-32 с удлиненной ванной			
			Производительность, т/ч, при плотности суспензии, кг/м <sup>3</sup>									
	СКН-20	СКН-32 с короткой ванной	до 1800	1800-2000	более 2000	до 1800	1800-2000	более 2000	до 1800	1800-2000	более 2000	
I0-25	35	45	I45	I55	I65	I90	200	205	210	220	225	
I0-I00	55	70	I60	I70	I75	205	220	230	225	240	255	
I3-I00	60	75	I60	I70	I75	205	220	230	225	240	255	
I3-I25	65	85	I65	I75	I80	215	230	235	235	250	260	
I3-I50	65	85	I65	I75	I80	215	230	235	235	250	260	
I3-200	70	90	I65	I75	I80	215	230	235	235	250	260	
25-I00	70	90	I65	I75	I80	225	240	250	245	265	275	
25-I50	75	95	I65	I75	I90	235	255	260	260	270	285	
25-200	80	I00	I80	I95	200	250	270	285	275	295	310	

нию Ерм. определяемому по формулам:

для крупности более 25 мм

$$Ерм = 0,01 \cdot \Delta + 20, \text{ кг/м}^3. \quad (5.6)$$

для крупности более 13 мм

$$Ерм = 0,015 \cdot \Delta + 20, \text{ кг/м}^3, \quad (5.7)$$

где:  $\Delta$  - намечаемая плотность разделения,  $\text{кг/м}^3$ .

При содержании глинистых примесей в породе более 50%:

для крупности более 25 мм

$$Ерм = 0,015 \cdot \Delta + 20, \text{ кг/м}^3; \quad (5.8)$$

для крупности более 13 мм

$$Ерм = 0,020 \cdot \Delta + 20, \text{ кг/м}^3 \quad (5.9)$$

При обогащении бурых углей крупностью 25-300 мм засорением продуктов обогащения следует определять по формулам:

$$Ерм = 0,01 \cdot \Delta + 60, \text{ кг/м}^3 \quad (5.10)$$

для плотности 1700  $\text{кг/м}^3$ ;

$$Ерм = 0,01 \cdot \Delta + 90, \text{ кг/м}^3 \quad (5.11)$$

для плотности 2100  $\text{кг/м}^3$ .

5.18. Количество суспензии, проходящей через ванну сепаратора, следует принимать равной  $80-100 \text{ м}^3/\text{ч}$  на 1 м ширины ванны. Количество магнетита, поступающего и уходящего на 1 м ширины ванны сепаратора, определяется по формуле:

$$Р_м = \frac{V_c \rho_m (\rho_c - 1000)}{\rho_m - 1000} \cdot \text{кг/ч.} \quad (5.12)$$

где:  $\rho_m$  - плотность магнетита,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_c$  - плотность суспензии,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V_c$  - количество суспензии, поступающей или уходящей на 1 м ширины ванны сепаратора,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

5.19. Количество суспензии сепараторов, сорасываемой через дренажные сите, следует принимать в размере 30-35%, поступающей на грохот с потонущим продуктом - 5-10% от исходной суспензии (большие значения следует принимать при размокаемых породах).

5.20. Объем резервуара для кондиционной суспензии необходимо принимать по табл. 5.4.

Таблица 5.4

Сепаратор	Резервуар
Ширина ваны, м	Емкость, м <sup>3</sup>
2,0	15
3,2	30
3,2 с удлиненной ванной	45

5.21. Диаметры трубопроводов, подводящих суспензию к сепараторам, следует определить расчетом исходя из критических скоростей осаждения частиц, а диаметр в месте примыкания к сепаратору - по размеру присоединительного фланца сепаратора.

#### ОБОГАЩЕНИЕ МЕЛКОГО УГЛЯ В ТЯЖЕЛОСРЕДНЫХ

##### ГИДРОЦИКЛОНАХ

5.22. Тяжелосредные гидроциклоны следует применять, как правило, для обогащения мелких классов коксующихся углей и антрацитов очень трудной и трудной обогатимости, а при повышенных требованиях к качеству концентрата - средней обогатимости. Допускается тяжелосредные гидроциклоны применять также для переобогащения промпродукта и крупнозернистого шлама.

5.23. Верхний предел крупности обогащаемого угля необходимо принимать:

для гидроциклона диаметром 710 мм - 40 мм;

для гидроциклона диаметром 630 мм - 30 мм и 500 мм - 25 мм.

5.24. Нижний предел крупности угля, обогащаемого в тяжелосредных гидроциклонах, при совместной системе регенерации следует принимать 0,5 мм, а при раздельной - 0,2 мм.

5.25. Подачу материала на гидроциклонную установку предусматривать, как правило, с помощью конвейеров или багер-элеваторов.

Допускается подача материала насосами.

5.26. Перед обогащением в гидроциклонах следует предусматривать обесшламливание материала на грохотах. При подаче материала на грохоты конвейерами следует предусматривать его смачивание в месте разгрузки конвейера. Расход воды при этом следует принимать  $0.4 \text{ м}^3/\text{т}$ . При подаче материала насосами перед грохотами необходимо предусматривать предварительный сброс воды.

5.27. Нагрузку на обесшламливающие грохоты следует принимать в зависимости от верхнего предела крупности обогащаемого угля:

при 10 мм -  $4.5 \text{ т}/\text{м}^2$ ;  
при 13 мм -  $6.5 \text{ т}/\text{м}^2$ ;  
при 25 мм -  $9 \text{ т}/\text{м}^2$ ;  
при 40 мм -  $11 \text{ т}/\text{м}^2$ .

5.28. Ширину щели сита для обесшламливания мелкого угля на грохотах по зерну 0,5 мм следует принимать  $0.75 - 1 \text{ мм}$ . Над обесшламливающими грохотами следует устанавливать брызгальные устройства. Расход воды на обесшламливание мелкого угля или промпродукта после додрабливания следует принимать  $2 \text{ м}^3/\text{т}$ , а при обесшламливании промпродукта отсадки  $0.5 \text{ м}^3/\text{т}$ .

5.29. Влажность дешламированного продукта после грохотов следует принимать 16-18%, а после багер-элеваторов - 20-22% (большие значения влажности относятся к углем меньшей степени метаморфизма).

5.30. При расчетах качественно-количественных схем максимальную величину засорения обесшламленного угля зернами крупностью менее 0,5 мм следует принимать при совместной регенерации разбавленной суспензии 5%, при раздельной - 10%.

5.31. Высота подачи суспензии в тяжелосредные гидроциклоны, работающие под гидростатическим напором, от уровня перелива смесителя до входа в питающий патрубок гидроциклона для двухпродуктовых гидроциклонаов должна составлять не менее девяти диаметров цилиндрической части гидроциклона. Для трехпродуктовых гидроциклонаов этот параметр должен быть не менее девяти диаметров цилиндрической части первой ступени плюс один метр.

5.32. Содержание угля в пульпе, поступающей в гидроциклон, следует принимать в соотношении 1:3 - 1:4 к объемам тяжелой суспензии.

5.33. Засорение продуктов обогащения посторонними фракциями следует определять по формулам:

для двухпродуктового гидроциклона

$$Epm = 0.03 \cdot \Delta - 15, \text{ кг}/\text{м}^3; \quad (5.13)$$

для первой стадии разделения в трехпродуктовом гидроциклоне

$$Epm = 0.04 \cdot \Delta - 10, \text{ кг}/\text{м}^3; \quad (5.14)$$

для второй стадии разделения в трехпродуктовом гидроциклоне

$$Epm = 0.045 \cdot \Delta - 15, \text{ кг}/\text{м}^3. \quad (5.15)$$

5.34. При расчетах тяжелосредних гидроциклических установок следует принимать нагрузки по табл. 5.5.

Таблица 5.5

Диаметр гидроциклона (двухпродуктового или первой ступени трех- продуктового), мм	Нагрузка по углю, т/ч		Расход суспензии, м <sup>3</sup> /ч	
	номи- нальная	максималь- ная при кратковре- менных пе- регрузках	номи- нальная	максималь- ная при кратковре- менных пе- регрузках
500	50	63	200	250
630	80	100	250	300
710	100	130	350	450

Количество суспензии, уходящей с продуктами обогащения, следует принимать:

для двухпродуктовых гидроциклических:

с концентратом - 30-35 %.

с отходами - 20-40 %.

для трехпродуктовых гидроциклонов:

с концентратом - 50-60%.

с промпродуктом - 30-40%.

с отходами - 10-30%.

Большие значения количества суспензии, уходящей с концентратом, и меньшие, уходящей с отходами, следует принимать при зольности питания гидроциклической установки более 30%. Меньшие значения количества суспензии, уходящей с промпродуктом следует принимать при очень трудной обогатимости питания.

5.35. Количество суспензии, подаваемой в смеситель для обеспечения постоянного напора, должно на 10% превышать расчетную производительность гидроциклона по суспензии.

5.36. Объем сборников рабочей и разбавленной суспензии должен превышать суммарный объем аппаратов, работающих в схемах циркуляции соответствующих продуктов и их коммуникаций, не менее чем на 10 м<sup>3</sup>.

#### ПРОМЫВКА И ОБЕЗВОДИВАНИЕ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

5.37. Унос магнетита поверхностью частиц продуктов обогащения без учета ополаскивания для расчета цикла регенерации следует определять по формуле

$$P_y = \frac{0.2 \cdot P_k \cdot W_n}{100 - W_n} \cdot \text{кг/т.} \quad (5.16)$$

где: Р<sub>к</sub> - концентрация магнетита в суспензии, кг/м<sup>3</sup>;

W<sub>н</sub> - внешняя влажность испромытого продукта, %.

Концентрация магнетита в суспензии должна приниматься по табл. 5.2. Внешнюю влажность испромытого продукта в зависимости от крупности следует принимать по табл. 5.6.

5.38. На фабриках, выпускающих сортовой концентрат, операцию рассортировки необходимо совмещать с отделением суспензии и обезвоживанием концентрата на двухмитных грохотах. Размер отверстий верхнего сита должен быть равным граничной крупности рассортировки.

Таблица 5.6

Крупность, мм	Влажность (унос водн.). %	Крупность, мм	Влажность (унос водн.). %
0,5-13(10)	43,0	13-150	7,0
0,5-25	45,0	25-100	6,5
10-50	11,0	25-150	6,0
12-50	9,0	25-200(300)	5,0
13-100	7,5	-	-

5.38. На фабриках, выпускающих сортовой концентрат, оператор рассортировки необходимо совмещать с отделением супензии и обезвоживания концентрата на дутокситных грохотах. Размер отверстий верхнего сита должен быть равным: граничной крупности рассортировки.

5.39. Длина участка грохота для сбороса рабочей супензии должна быть не менее 1,5 м, для отмыки продуктов - 1,5-2 м, для обезвоживания после отмыки - 1,5-2 м. Для отделения рабочей супензии от концентрата и промпродукта тяжелосредних гидроциклонов дополнительно перед грохотами следует предусматривать установку дуговых сит или конусных грохотов.

5.40. Отделение рабочей супензии следует предусматривать на грохотах для обезвоживания концентрата и промпродукта, а также отходов при обогащении мелкого угля. Предельную нагрузку на 1 м<sup>2</sup> площади сита обезвоживающих грохотов следует принимать согласно табл.5.7. Для отделения супензии следует устанавливать щелевидные сита с размером ячейки:

для крупного продукта - 1,0 - 1,5 мм;  
для мелкого продукта - 0,75 - 1,0 м.

Максимальные значения следует принимать для концентрата и промпродукта, большие - для отходов. Экспертизость классификации крупнозернистого шлама по рекомендуемым размерам: ячейки принимать на основании данных ННИ.

Таблица 5.7

Крупность обезвоживаемого продукта, мм	Нагрузка на I м <sup>2</sup> сита грохота, т/ч	Крупность обезвоживаемого продукта, мм	Нагрузка на I м <sup>2</sup> сита, т/ч
0,5-13	4,5	13 - 200	II
0,5-25	5,0	25 - 200	II,6
13-50	7,5	25 - 300	III,3
13-100	8,3	50 - 200	IV,5
13-150	9,1	50 - 300	IV,0

5.41. Для отмывки магнетита от продуктов обогащения следует использовать слив электромагнитных сепараторов, направляя его на устанавливаемые в начале грохота брызгальные устройства ливневого типа. Содержание шлама в сливе электромагнитных сепараторов следует принимать равным 100 кг/м<sup>3</sup>. При обогащении мелких классов для отмывки магнетита следует использовать слив гидроциклонов для сгущения слива и отходов первой ступени электромагнитной сепарации (см. п.5.50 настоящих норм).

В дополнение к сливу сепараторов или гидроциклонов для отмыва суспензии следует использовать оборотную воду "2" (см. раздел 7 настоящих норм) или побагочную воду, которая должна подаваться на брызгальные устройства веерного типа, устанавливаемые в конце грохота.

5.42. Общий расход воды для промывки продуктов обогащения на грохотах в зависимости от крупности материала следует принимать по табл. 5.8.

5.43. Количество шлама, уходящего с некондиционной суспензией, следует принимать в размере 90% от количества шлама, поступающего с продуктами обогащения на грохоты сброса суспензии и обезвоживания.

5.44. Следует предусматривать дополнительное обезвоживание мелкого концентрата и промпродукта ил. 0,5 - 13 мм на центрифугах.

Таблица 5.8

Крупность, мм	Расход воды, м <sup>3</sup> /т	Крупность, мм	Расход воды, м <sup>3</sup> /т
0.5-10	2.5	13-100	1.0
0.5-13	2.0	13-150	0.9
0.5-25	1.7	25-150	0.8
10-50	1.1	25-200(300)	0.7
13-50	1.1	25-300(бурье угли)	1.2

5.45. Влажность продуктов обогащения после обезвоживания следует принимать по табл.5.9.

Таблица 5.9

Наименование продуктов	Влажность продуктов после обезвоживания, %	
	на грохотах	на центрифугах
Концентрат кл.13-200(300)мм	6-9	-
Концентрат кл.6-13 мм (антрацит)	7-9	-
Концентрат кл.0.5-13 мм	10-12	8-10
Концентрат кл.0.5-6 мм	-	9-9.5
Промпродукт кл.13-200(300) мм	6-8	-
Промпродукт кл. 0.5-13 мм	11-13	7-12
Отходы кл.13-200(300) мм	5-6	-
Отходы кл. 0.5-13 мм	12-14	-

Большие значения влажности следует принимать для углей меньшей степени метаморфизма. При содержании глинистых частиц в породе более 50% влажность отходов следует увеличить до 20%.

## РЕГЕНЕРАЦИЯ СУСПЕНЗИИ

5.46. Как правило, следует предусматривать двухстадийную схему регенерации супензии. При обогащении крупного угля с плотностью рабочей супензии не более  $1300 \text{ кг}/\text{м}^3$ , а также при неразмокаемых породах допускается применение одностадийной схемы.

5.47. При обогащении крупных и мелких классов в тяжелосредных сепараторах и гидроциклонах следует, как правило, предусматривать отдельные системы регенерации супензии для крупного и мелкого классов. Допускается применять общую систему регенерации.

Схема регенерации супензии, получаемой от промывки концентратов, промпродукта и отходов, может применяться как совместная, так и раздельная.

5.48. На регенерацию следует направлять всю некондиционную супензию, аварийные или случайные переливы супензии и часть кондиционной (рабочей) супензии.

5.49. При обогащении мелких классов в тяжелосредных гидроциклонах следует, как правило, предусматривать стущение слива и отходов первой стадии регенерации супензии в гидроциклонах. Слив гидроциклонаов следует использовать для отмывки магнетита от продуктов обогащения. Сгущенный продукт направлять на вторую стадию регенерации.

5.50. Отвод рабочей супензии на регенерацию при содержании шлама (0-1 мм) в питании тяжелосредной установки до 2% следует принимать при плотности:

каменных углей и антрацитов - до  $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$  - 10%;  
до  $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$  - 20%;  
 $1900 \text{ кг}/\text{м}^3$  и более - 30%;  
бурых углей: до  $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$  - 30%;  
до  $2100 \text{ кг}/\text{м}^3$  - 50%.

При содержании шлама выше 2% количество отводимой на регенерацию рабочей супензии следует увеличивать в 1,5 раза, в схемах с раздельной регенерацией принимать 40% независимо от плотности. В отходах регенерации супензии содержание твердого следует принимать  $150 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

5.51. Плотность регенерированной суспензии следует принимать 2100-2400 кг/м<sup>3</sup>.

5.52. Потери магнетита необходимо принимать по табл. 5.10.

Таблица 5.10

Вид потерь	Потери магнетита в кг/т от поступающих на обогащение	
	крупных классов	мелких классов
Для каменных углей и антрацитов		
с продуктами обогащения	0,2 - 0,4	1,0 - 1,4
с отходами регенерации	0,2 - 0,3	0,9 - 1,4
прочие потери	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2
Сумма потерь	0,5 - 0,9	2,0 - 3,0
Для очищенных углей		
с продуктами обогащения	0,3 - 1,0	-
от отходами регенерации	0,2 - 0,3	-
прочие потери	0,1 - 0,2	-
Сумма потерь	1,1 - 1,5	-

Более высокие значения следует принимать при наличии размокаемых пород в горной массе. При содержании глинистых примесей в породе обогащаемых углей более 50% приведенные в таблице потери магнетита следует умноживать в 1,5 раза.

#### КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

5.53. Компоновка двух или трех сепараторов при обогащении шламов в два стадия должна осуществляться без потери высоты и с учетом возможности максимальной загрузки сепараторов.

5.54. Грохоты для отделения суспензии и обезвоживания продуктов обогащения следует, как правило, располагать непосредственно у сепараторов.

\* 5.55. Конструкцию горонок под грохотами следует предусматривать с учетом исключения возможности выпадения супензии и шламов.

5.56. Оборудование для регенерации супензии, как правило, следует компоновать для каждой секции в один компактный узел выше грохотов для отмыки супензии с самотечной подачей осветленной воды от электромагнитных сепараторов на бризгальнико устройства грохотов.

5.57. Всаси насосов для супензии следует предусматривать по возможности короткие, прямые и без колен, с минимальным количеством запорной арматуры.

\* 5.58. Насосы приготовления магнетитовой супензии и насосы, связанные с технологическим процессом, необходимо принимать с 100% резервом.

\* 5.59. В составе тяжелосредной установки следует предусматривать специальные сборники с насосами (для сбора и возврата в процесс случайных переливов и выпусков супензии) футерованные шлакоситалловой плиткой или другими износостойчивыми материалами.

\* 5.60. Угол наклона трубопровода от смесителя к гидроциклону следует принимать в пределах  $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$ . Большее значение должно приниматься при содержании в угле более 40% породных фракций. Углы наклона самоточных трубопроводов и желобов, тип футеровки, толщину стенок всасывающих и нагнетательных трубопроводов следует принимать в соответствии с разделом "Желоба и трубопроводы" настоящих норм.

## 6. ФЛОТАЦИЯ УГЛЕЙ И ФИЛЬТРАЦИЯ ФЛОТОКОЧЕНТРАТА

### ПОДГОТОВКА ПУЛЬПЫ

6.1. Комплекс мероприятий по подготовке пульпы перед флотацией должен включать:

классификацию твердого в пульпе по крупности с обеспечением подачи на флотацию частиц размером менее 0,5 мм или рекомендованной

научно-исследовательским институтом крупности:

усреднение пульпы по рекомендациям НИИ;

обеспечение эффективного контакта пульпы с реагентами;

равномерное распределение пульпы по флотационным машинам.

6.2. Содержание твердой фазы в пульпе, подвергаемой флотации, должно составлять:

для углей марок Г и Д - 80 - 120 кг/м<sup>3</sup>;

для углей марок И, К, ОС, Т - 120 - 150 кг/м<sup>3</sup>;

для антрацитов - 150 - 180 кг/м<sup>3</sup>;

для углей, добываемых гидравлическим способом, - 40-100 кг/м<sup>3</sup>

Большее значение содержания твердой фазы следует принимать при ее зольности до 30%.

Для труднофлотируемых углей содержание твердого в пульпе для марок И, К, ОС, Т и А допускается принимать 80-120 кг/м<sup>3</sup>.

Для углей марок ДГ, ГБО, ГА, КО, КСН, КС, ТС, СС значения показателей принимаются по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

6.3. Содержание кл. 0,5-1 мм в питании флотации не должно превышать 5%.

6.4. Для подготовки и распределения исходной пульпы по флотомашинам следует применять специальные аппараты для кондиционирования пульпы.

#### РЕАГЕНТНОЕ ХОЗЯЙСТВО

6.5. Реагент-собиратель, как правило, следует подавать в аппарат кондиционирования пульпы, а реагент-вспениватель -дробно в аппараты для кондиционирования пульпы и по камерам флотомашин. Дробную подачу следует, как правило, ограничивать двумя точками на одну машину. Реагент-собиратель следует, как правило, подавать в процесс в виде аэрозоля или водной эмульсии. В качестве собирателя следует применять аполярные реагенты (AAP-2), осветительный керосин, печное топливо и др.), в качестве вспенивателя

-спиртосодержащие гетерополярные реагенты (оксаль, НШ-86, кубовые остатки производства бутилового спирта и др.).

6.6. Удельный расход реагентов необходимо принимать по табл. 6.1.

Таблица 6.1

Наименование реагентов	Характеристика углей	
	Угли средней степени метаморфизма	Длиннопламенные угли, газовые угли и антрациты
Расход сорбиделя, г/т		
ААР-2	1200-1500	2000-3000
Огнестойкий керосин	1500-1800	не рекомендуется
Печное топливо	1700	2800
Расход пенообразователя, г/т		
Оксаль	60-80	120-150
НШ-86	30-50	80-100
КОБС	150	200

6.7. При перечистке пенного продукта последний следует разбавлять фильтратом, вводя при необходимости дополнительное количество реагентов.

6.8. При флотации фильтрата на отдельных флотомашинах расход сорбиделя следует предусматривать из расчета 200 г/т.

6.9. Вместимость расходных баков для реагентов должна быть не больше суточной и не меньше сменной потребности. Их установка во флотационных отделениях должна предусматриваться с учетом требований "Инструкции по проектированию зданий и сооружений шахт, разрезов, обогатительных и брикетных фабрик со взрывопожароопасным характером производства" ЕНП 26-82 (Центрогипрошахт, 1982 г.).

- ж 6.10. Перед распределительными устройствами реагентов (питателями, дозаторами, делителями) следует предусматривать установку фильтров для улавливания механических примесей из реагентов, подаваемых из расходных баков.
- ж 6.11. Заполнение расходных баков реагентов должно производиться специальными насосами. Заполнение ихручную не допускается.
- ж 6.12. Необходимо предусматривать цистаническое управление подачей реагентов со склада в расходные емкости флотационной установки, контроль и сигнализацию о наличии реагентов в емкостях.

Передачи реагентов из расходных баков должна самотеком возвращаться в баки склада реагентов.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ФЛОТАЦИИ

6.13. Флотацию, как правило, следует предусматривать с получением двух конечных продуктов - концентрата и отходов. Для труднофлотируемых шламов при необходимости следует предусматривать предварительный "брос" шламов при помощи гидроциклонов или перечистки пенного продукта. Качественно-количественные параметры флотации, расход и подбор реагентов должны определяться научно-исследовательским институтом, исследующим сырьевую базу фабрики.

6.14. Зольность стоков флотации должна устанавливаться на основе технологической характеристики исходного шлама и требуемого качества флотоконцентрата и должна быть, как правило, не выше 70%.

6.15. Схемы флотации следует принимать:

для шламов с выходом промежуточных фракций до 15% - одностадийную без перечистки с выходом концентрата и отходов;

для высокозольных шламов с содержанием промежуточных фракций больше 15% и тонких шламов (ил. 0,05 мм) больше 50% - двухстадийную с перечисткой всего концентрата основной флотации с выходом концентрата к отходам.

6.16. Фильтрат вакуум-фильтров для обезвоживания флотоконцентрата следует, как правило, направлять в оборот. Допускается направление фильтрата на флотацию.

6.17. При значительном содержании в фильтрате тонких глинистых частиц и зольности более 30% следует предусматривать отдельные флотомашины для одностадийной флотации фильтрата исходя из следующих параметров:

производительность флотомашин по объему в 1,5 раза больше, чем при флотации рядового шлама;

зольность флотоконцентрата на 2,0% ниже зольности флотоконцентрата основной флотации;

содержание твердого во флотоконцентрате - 200 кг/м<sup>3</sup>.

6.18. Количество флотационных машин следует рассчитывать по количеству поступающих на флотацию твердого и пульпы.

Количество резервных флотомашин следует принимать из расчета:

1 резервную при 2-5 рабочих.

2 резервные при 6 и более рабочих.

\* 6.19. При проектировании системы автоматизации отделения флотации следует предусматривать:

контроль расхода и плотности исходной пульпы и расхода реагентов;

флотационное управление механизмами подачи исходной пульпы и реагентов, флотационными машинами и обезвоживающим устройством концентрата флотации с пультов флотатора и фильтровальника;

автоматическую работу пробоотборников на исходной пульпе и продуктах флотации по заданной программе;

возможность установки золомеров и влагомеров на трактах продуктов флотации.

6.20. В качестве основных управляющих воздействий следует использовать изменения расхода реагентов в зависимости от расхода и плотности исходной пульпы. Система автоматики должна

обеспечивать возможность регулирования плотности и расхода исходной пульпы в зависимости от фактических параметров флотации и волношламовой системы.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ

6.21. Для обезвоживания флотоконцентратов каменных углей следует применять, как правило, дисковые вакуум-фильтры.

По рекомендациям НИИ могут применяться для указанных целей ленточные вакуум-фильтры, фильтр-прессы; оборудование для обезвоживания антрацитовых флотоконцентратов и технологическую схему предусматривать по рекомендации НИИ.

6.22. Содержание твердой фазы в концентрате флотации, поступающем на обезвоживание, следует принимать 200-350 кг/м<sup>3</sup>.

Меньшие значения должны приниматься при содержании частиц менее 0,05 мм более 50%.

6.23. Удельную производительность дисковых вакуум-фильтров следует принимать:

для флотоконцентратов марок А, К, ОС, Т - 0,15-0,30 т/м<sup>2</sup>.ч  
для флотоконцентратов марок Д, Г, А - 0,08-0,15 т/м<sup>2</sup>.ч.

Меньшие значения должны приниматься при содержании частиц менее 0,05 мм более 50%.

Для углей марок ДГ, ГХО, ГЭ, КО, КСН, КС, ТС, СС значения показателей принимаются по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

6.24. Производительность вакуум-насосов следует принимать:

при групповой схеме компоновки вакуум-фильтров - исходя из следующих норм расхода воздуха, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.мин:

для вакуум-фильтров "Украина-80" - 1,0;

для вакуум-фильтров "Горняк-140" - 1,2;

для вакуум-фильтров "Сибирь-250" - 1,3;

при агрегатной схеме компоновки - согласно требованиям завода-изготовителя вакуум-фильтров.

6.25. Величина вакуума в зоне фильтрации флотоконцентрата на вакуум-фильтрах должна быть не менее: для каменных углей - 66 кПа (500 мм рт.ст.); для антрацитов - 80 кПа (600 мм рт.ст.).

6.26. Давление сжатого воздуха в системе отдувки необходимо принимать по технической характеристике дискового вакуум-фильтра.

6.27. Удельный расход воздуха на отдувку для вакуум-фильтров следует принимать  $0,4 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{мин.}$

6.28. Влажность обезвоженного флотоконцентрата после вакуум-фильтров необходимо принимать в пределах: для каменных углей - 23-26%; для антрацитов - 21-23%.

Большее значение должно приниматься при содержании частиц 0,05 мм больше 50%.

6.29. Содержание твердого в фильтрате вакуум-фильтров следует принимать: для каменных углей - 20-50 кг/м<sup>3</sup>; для антрацитов - 30-60 кг/м<sup>3</sup>.

Большее значение должно приниматься при содержании частиц 0,05 мм больше 50%.

6.30. Как правило, следует предусматривать групповую схему установки вакуум-фильтров, осуществляемую путем соединения между собой трубопроводов, соединяющихся вакуумные ресиверы с вакуум-насосами.

6.31. Соединение вакуум-фильтров с воздуходувками следует предусматривать через общий коллектор (для секции или группы фильтров).

ж 6.32. Пульпу в вакуум-фильтр следует подавать с избытком в 10%. Поддержание постоянного уровня в ванне при незначительном переливе должно контролироваться датчиком уровня системы "КАУФ".

ж 6.33. При напорной подаче флотоконцентрата на фильтрацию следует предусматривать мероприятия по гашению пены.

6.34. Количество резервных вакуум-фильтров, вакуум-насосов и воздуходувок следует принимать из расчета: 1 резервная для 1-4 работающих машин; 2 резервные для 5 и более работающих машин.

6.35. При обезвоживании флотоконцентрата на ленточных вакуум-фильтрах, фильтрпрессах удельную производительность, влажность обезвоженного продукта и другие параметры принимать по рекомендациям НИИ и требованиям заводов-изготовителей.

### КОЛЛОНОРОЧНЫЕ РЕЛЕНИЯ

6.36. Отделение флотации и фильтрации флотоконцентрата, как правило, следует размещать в главном корпусе фабрики.

6.37. Размещение оборудования отделения флотации и фильтрации флотоконцентрата должно осуществляться с учетом преимущества самотечного транспорта пульп, особенно пенного продукта, с обеспечением скоростей потока, исключающих выпадение из него твердого осадка.

6.38. Аппараты для подготовки пульпы следует устанавливать, как правило, на 3-4 м выше флотомашин.

6.39. Протяженность трубопроводов исходной пульпы и продуктов флотации должна быть минимальной.

6.40. Вакуум-фильтры для обезвоживания флотоконцентрата следует, как правило, размещать ниже флотомашин. Допускается напорная подача флотоконцентрата на обезвоживание.

6.41. Рабочие площадки для обслуживания флотомашин и вакуум-фильтров необходимо располагать на 1,0 м ниже сливного борта машин.

6.42. При размещении оборудования отделения флотации необходимо соблюдать углы наклона желобов и трубопроводов, приведенные в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Наименование продуктов	Влажность	Содержание твердого, кг/м <sup>3</sup>	Минимальный угол наклона, град.
Флотоконцентрат обезвоженный	20-26	-	75
Флотоконцентрат необезвоженный	-	270-350	8
Отходы флотации необезвоженные	-	20-60	3

ж 6.43. Желоба флотомашин для пенного продукта должны быть шириной не менее 0,6 м обутерованными шлакоситаловыми плитами и открытыми для свободного удаления воздуха. Основные параметры желобов и трубопроводов отделений флотации и обезвоживания флотоконцентратов следует принимать в соответствии с разделом "Желоба и трубопроводы" настоящих норм.

6.44. Для отбора проб исходной пульпы и продуктов флотации необходимо устанавливать щелевые пробоотборники и предусматривать до и после них вертикальные участки труб длиной 2-3 условных диаметра прохода.

ж 6.45. Емкость склада реагентов должна обеспечивать 2-3-месячный запас собирателя и годовой запас вспенивателя (исходя из емкости железнодорожных цистерн).

ж 6.46. Для обслуживания флотофильтровальных установок следует предусматривать места для производства экспресс-анализов продуктов флотации и помещение для размещения аппаратуры контроля и автоматизации.

## 7. ВОДНО-ШЛАМОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

### ПРОДУКТЫ ВОДНО-ШЛАМОВОГО ХОЗЯЙСТВА

7.1. Количество дополнительного шлама (кл. 0-0,5 м<sup>3</sup>), образовавшегося при переработке угля на обогатительной фабрике, следует принимать по табл. 7.1.

Таблица 7.1

Марка угля	Глубина обогащения, мм	Количество дополнительного шлама в % от исходного угля	
		1	2
Б	13		20
Д	0		10
Д	13		8
Г	0		до 10
Г	13(6)		до 5
Г	25		до 3

I	1	2	1	2	3
Г. Ерунковского месторождения и ему подобных		0		до 22	
		13		до 16	
Т		0		до 14	
Т		13		до 12	
А		13(6)		до 3	
А		0		до 5	
K(K <sub>10</sub> ), IK и 2K, 2. K <sub>1</sub> , IK, 2K		13		до 14	
ОС и их шихта		0		9-17 <sup>xx/</sup>	

<sup>x/</sup> Для углей марок ДГ, ГМО, ГМ, КО, КСН, КС, ТС, СС значения показателей принимаются по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

<sup>xx/</sup> Меньшие значения измельчения должны приниматься для углей большей степени метаморфизма.

7.2. Данные по образованию шлама кл. 0-0,5 мм на различных технологических процессах следует принимать по табл. 7.2.

Таблица 7.2

Источники шламообразования	Количество дополнительного кл. 0-0,5 мм в % от поступав- шего на операцию продукта	
	1	2
I. Аккумуляция в бункерах (пирамидальных и цилиндрических)		
в т.ч.		
высотой емкостной части до 10 м		3 - 4
высотой емкостной части до 20 м		4, 5 - 6
высотой емкостной части до 30 м		6 - 8
2. Аккумуляция в бункерах с наклонными стенками		2 - 3

	I	2
3. Подготовительная классификация:		
сухая		I - 2
мокрая		2 - 3
4. Тяжелосредние сепараторы и грохоты сброса суспензии и обезвоживания		2 - 4
5. Обесшламмивание перед обогащением в отсадочных машинах		I - 2
6. Отсадочные машины		6 - I2
7. Обесшламмивание мелкого угля или промпродукта перед обогащением в тяжелосредних гидроциклонах:		
при конвейерной (элеваторной) подаче		I - 2
при подаче насосами		8 - I2
8. Струстительные гидроциклоны		3 - 0
9. Насосы для подачи питания флотации, флотоконцентраты и других пульп		6 - I0
10. Тяжелосредние гидроциклоны и грохоты сброса суспензии и обезвоживания		2 - 5
II. Обезвоживающие центрифуги:		
вибрационные		2 - 4
шнековые		4 - 6

Меньшие величины приниматься для всех антрацитов и углей марок Д и Г с зольностью до 20%, средние - для углей марок Д и Г с зольностью более 20%, большие - для углей марок Е, К1, К, ОС, Т.

Для углей марок ДГ, ГМ, ГБ, КО, КСН, КС, ТС, СС значения показателей принимаются по рекомендациям научно-исследователь-

сих институтов.

7.3. Средний ситовый состав шламов следует принимать по графику, представленному на рис. 7.1.

7.4. Плотность шламов, насыщную плотность концентратов и отходов флотации, пористость отходов флотации, плотность пульпы, скорость падения частиц углед и антрацита в водной среде следует принимать по графикам, приведенным на рис. 7.2-7.8.

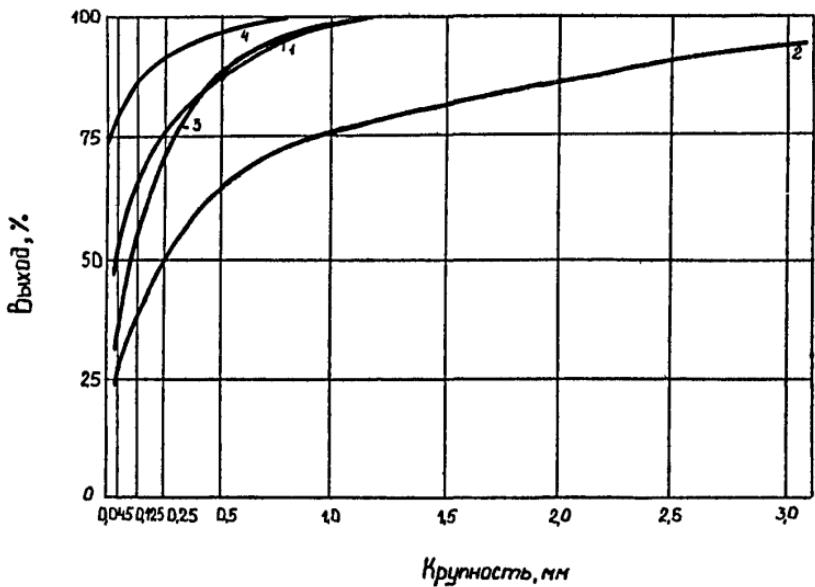
7.5. Углы естественного откоса отходов флотации следует принимать по табл. 7.3.

Таблица 7.3

Влажность отходов флотации, %	Угол естественного откоса, градусы
до 10	40
11-20	30
21-31	22
32-43	20
более 43	10

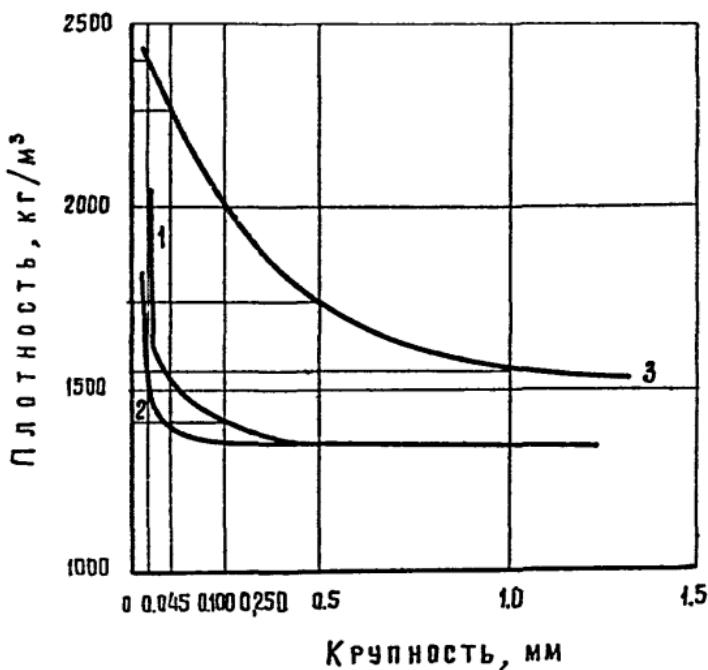
7.6. Наименование продуктов водно-шламовой схемы следует принимать в соответствии с ГОСТ "Уголь. Обогащение. Термины и определения".

7.7. Содержание твердого должно быть не более: в оборотной воде "1" (слив гидроциклонов, направляемый в оборот, минуя флотацию, слив электромагнитных сепараторов регенерации суспензии, слив шламовых сгустителей без флокуляции и др.) при обогащении углей с размокаемыми породами - 100 кг/м<sup>3</sup>; то же при неразмокаемых породах - 80 кг/м<sup>3</sup>; в оборотной воде "2" (слив сгустителей для осветления и стяжения отходов флотации и шламов с использованием флокулянта, осветленная вода из прудов - шлопакопителей) - 3 кг/м<sup>3</sup>.



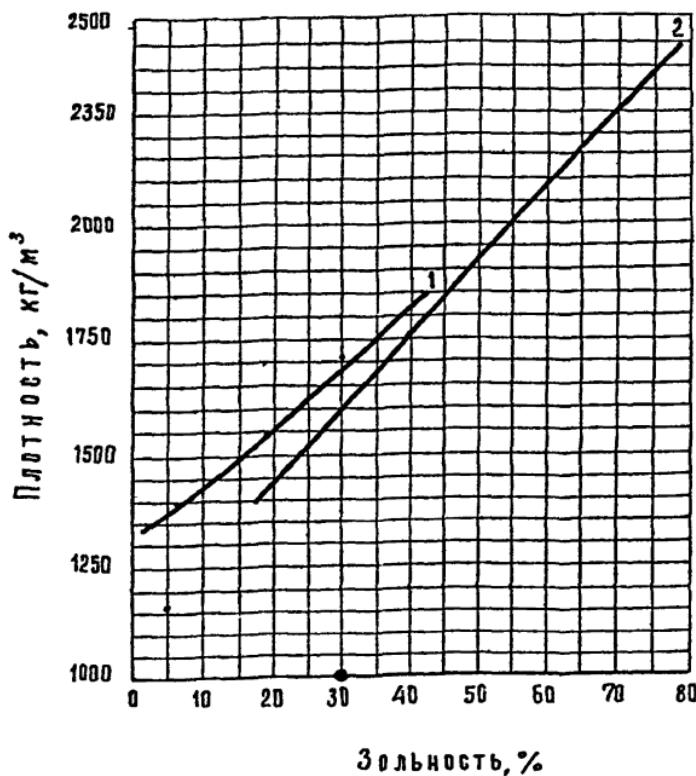
- 1 - Необогащенный шлам коксующихся углей    3 - Концентрат флотации  
 2 - Необогащенный антрацитовый шлам    4 - Отходы флотации

Рис.71. Средний ситовой состав шлама



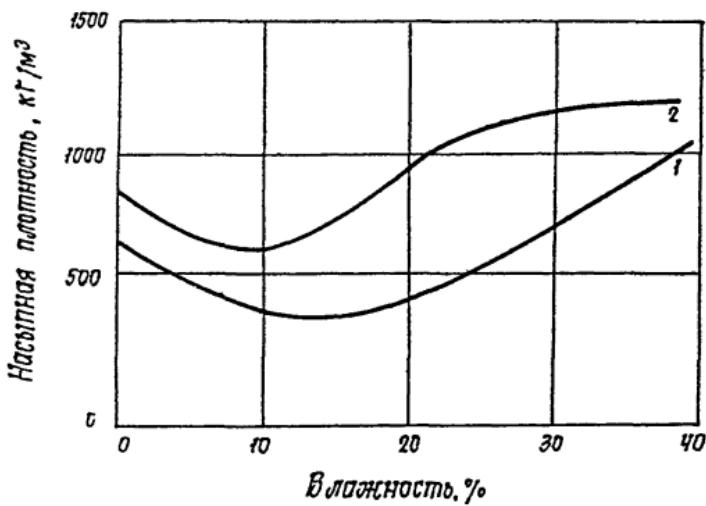
- 1 - НЕОБОГАЩЕННЫЙ ШЛАМ  
2 - КОНЦЕНТРАТ ФЛОТАЦИИ  
3 - ОТХОДЫ ФЛОТАЦИИ

Рис. 7.2.3 Зависимость плотности шламов от их крупности



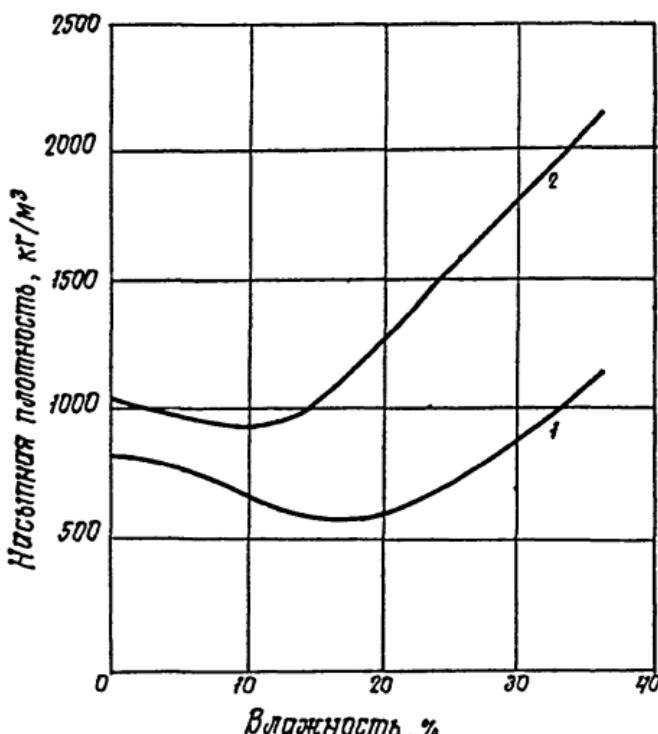
ПРИМЕЧАНИЕ ЗАВИСИМОСТЬ ПРИВЕДЕНА ДЛЯ ВСЕХ УГЛЕЙ, КРОМЕ  
АНТРАЦИТОВ, ПО КОТОРЫМ ДАННЫЕ ТАБЛИЦЫ  
СЛЕДУЕТ ПРИНИМАТЬ С КОЭФФИЦИЕНТОМ 1,2

Рис. 7.3 Зависимость плотности шламов от их зольности.



1 - свеженасыщенного,  
2 - уплотненного.

Рис. 7.4. Зависимость насыщной плотности концентратов флотации от его влажности



1-съеженасыпанного.  
2-уплотненного

Рис. 7.5. Зависимость насыпной плотности от ходов флотации от их влажности

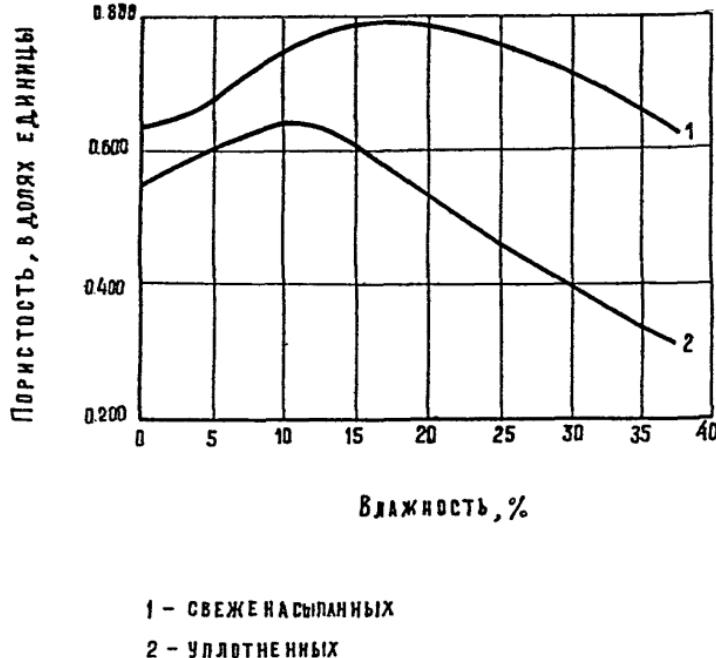


Рис. 76 Зависимость пористости отходов флотации от их влажности.

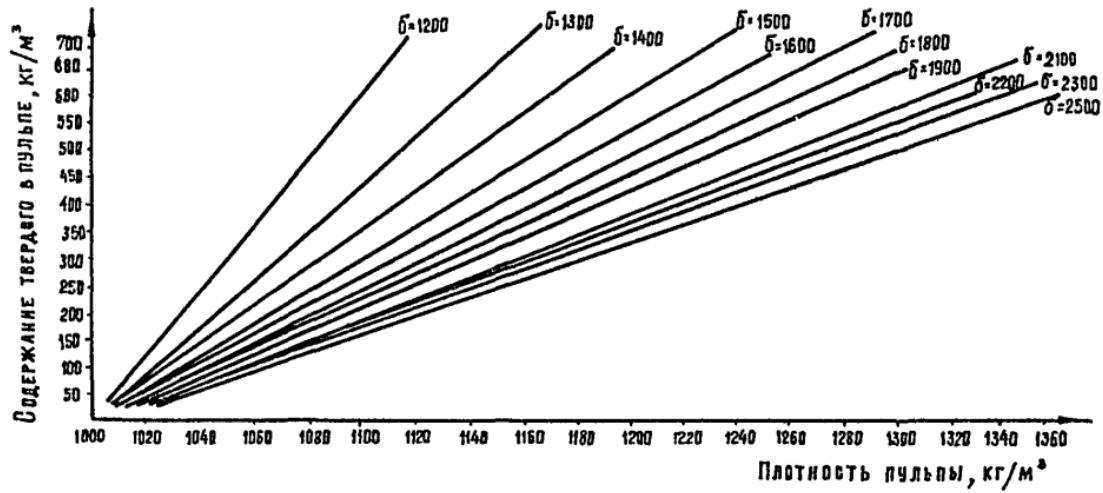


Рис.77. Зависимость плотности пульпы от содержания твердого при различной его плотности  $\delta$  [кг/м<sup>3</sup>]

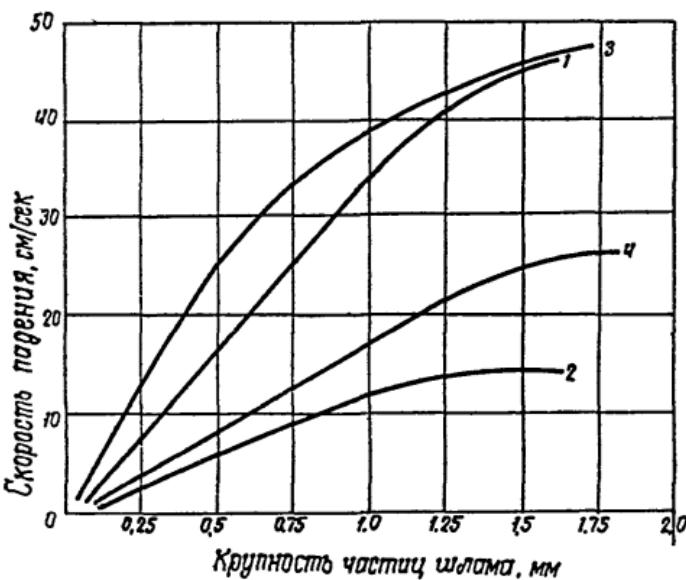


Рис. 7.8. Зависимость скорости падения частиц угольного (1,2) и антрацитового (3,4) шламов в свободных (1,3) и стесненных (2,4) условиях от их крупности.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

\* 7.8. При проектировании водно-шламового хозяйства следует предусматривать:

как правило, замкнутый цикл водно-шламового хозяйства в пределах промплощадки фабрики;

исключение сброса загрязненных вод за пределы объектов фабрики.

7.9. Следует, как правило, применять водно-шламовые схемы, приведенные в приложениях I-8.

7.10. Содержание класса более 0,5 мм в сливе багер-сборника следует принимать в размере 5% от содержания твердого в сливе, а шлама крупностью менее 0,5 мм в осадке багер-сборника - 8% от осадка.

7.11. Содержание твердого в подрешетном продукте конических грохотов на дешламации перед отсадкой и предварительном обезвоживании мелкого концентрата следует определять расчетом показателей по водно-шламовой схеме с учетом КПД грохота, равного 0,75.

7.12. Первичные и вторичные шламы следует обрабатывать совместно, объединяя их в общем сборнике. При наличии багер-сборников для обесшламивания машинных классов и обезвоживания концентрата отсадки, первичные и вторичные шламы следует, как правило, объединять в сборнике сливов багер-сборников.

7.13. При глубине обогащения 0,5-25 мм для стягивания с флокуляцией тонких шламов перед обезвоживанием их на фильтр-прессах следует применять цилиндро-конические сгустители или другие типы сгустителей (типа "СВ", конструкции института "УкрНИИуглеобогащение", со взвешенным слоем) после освоения их серийного производства. Тип сгустителя определять технико-экономическими расчетами.

7.14. Сгущенные тонкие шламы крупностью менее 0,5 мм следует обезвоживать на крупнотражных фильтр-прессах.

7.15. Шламы крупностью 0,5-1(3) мм энергетических углей и антрацитов следует, как правило, обезвоживать на ленточных вакуум-фильтрах. Допускается эти шламы обезвоживать на грохотах и в центрифугах совместно с мелким концентратом или мокрым отсевом.

7.16. При обезвоживании антрацитовых и угольных шламов на ленточных вакуум-фильтрах следует принимать:

содержание твердого в питании 500 кг/м<sup>3</sup>;

удельную нагрузку 1,7 г/м<sup>2</sup>. ч;

количество улавливаемых крупнозернистых шламов

(0,5-3 мм) - 90%;

влажность обезвоженного продукта - 25%;

величину вакуума - 600 мм рт.ст.

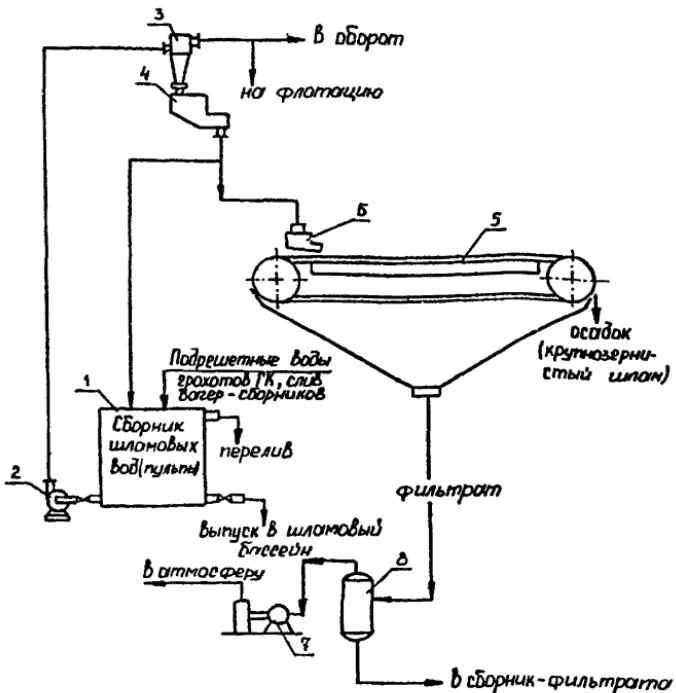
На ленточные вакуум-фильтры поверхностью фильтрования 10, 15 и 30 м<sup>2</sup> необходима фильтровальная ткань шириной 2000 мм. Расход ткани на одну заправку соответственно 23 м, 32 м и 64 м. На фильтр поверхностью фильтрования 60 м<sup>2</sup> необходима ткань шириной 4 м, длиной 60 м.

Схему установки ленточных вакуум-фильтров следует прилагать в соответствии с рис. 7.9.

7.17. Для горизонтальной осадительной центрифуги типа НОГШ-1320 при обезвоживании шламов следует принимать производительность по исходной пульпе до 150 м<sup>3</sup>/ч, по твердому - до 20 т/ч, влажность обезвоженного продукта - 30%, содержание твердого в фугате - 50 кг/м<sup>3</sup>.

7.18. Крупнозернистые шламы (сгущенный продукт гидропиклонов контроля крупности пульпы перед флотацией, сгущенный продукт шламового бассейна и т.п.) следует обезвоживать на ленточных вакуум-фильтрах и присаживать: для коксующихся углей - к концентрату либо промпродукту в зависимости от зольности; для антрацитов - к концентрату класса 0-6 мм перед сушкой.

7.19. Для фабрик с глубиной обогащения 0 мм следует, как правило, предусматривать перед флотацией контроль крупности всей пульпы в гидропиклонах независимо от типа оборудования для обесшламливания. Для антрацитовых шламовых вод, получаемых



1- сборник, 2 - насос, 3- гидроциклон, 4-распределительное устройство, 5- вакуум-фильтр ленточный, 6- загрузочный лоток, 7- вакуум-насос, 8-рессивер

Рис 7.9. Схема установки ленточного вакуум-фильтра

при обесшламливании мелкого антрацита и его концентратов в багер-сборниках, контроль крупности пульпы перед флотацией может не предусматриваться.

7.20. Во всех водно-шламовых схемах следует предусматривать подачу части пульпы (слива гидроциклонов контроля крупности) на флотацию, части - в оборот (на мокрую классификацию).

Соотношение количества пульпы, поступающей на флотацию и в оборот, следует определять в зависимости от содержания в ней твердого (кл. 0-0,5 мм) и требуемого содержания твердого в питании флотации.

ж 7.21. В схемах с глубиной обогащения 0 мм следует, как правило, предусматривать возможность кратковременной подачи всей пульпы в сборник шламовой воды при кратковременной остановке флото-фильтровального отделения. Перелив сборника направлять в шламовый бассейн либо специально оборудованный сборник. Трубопровод перелива рассчитывать на объем всей пульпы.

7.22. Производительность ступенчатого гидроциклона по исходной пульпе следует определять по формуле:

$$Q = 0,262 \cdot d_n \cdot d \cdot \sqrt{gH}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.1)$$

где  $d_n$  - эквивалентный диаметр входного отверстия (входной цели), м;

$d$  - диаметр сливного патрубка, м;

$g$  - ускорение силы тяжести (9,81 м/с);

$H$  - напор на входе в гидроциклон, м.вод.ст.

ж 7.23. Для фабрик, обогащающих угли с размокаемыми породами, слив гидроциклонов контроля крупности перед флотацией следует обесшламливать в гидроциклонах меньшего диаметра. Ступенчатый продукт гидроциклонов необходимо направлять на флотацию, слив - на обработку совместно с отходами флотации.

ж 7.24. Для аккумулирования и осветления случайных переливов вод аспирационных установок, аварийных выпусков аппаратуры, мытья полов, стен, оборудования и др. следует предусматривать шламовые бассейны, оборудованные машинами для выгрузки шлама, либо сборники с насосными в зависимости от конкретных условий. Количество сепараторов шламового бассейна вместимостью по 500 м<sup>3</sup> следует принимать по табл. 7.4.

Таблица 7.4

Нр пп	Производственная мощность Сборника, млн.тонн в год	Количество секций шламо- вого бассейна
<u>Глубина обогащения 0 (0,5) м:</u>		
1	до 4	2
2	4-8	3
3	8-12	4
4	Свыше 12	Принимать из расчета: I секция на каждые 4 млн.тонн мощности сверх 12
<u>Глубина обогащения 13 (6,25) м:</u>		
5	до 6	2
6	6-12	3
7	12-18	4
8	Свыше 18	Принимать из расчета: I секция на каждые 6 млн. тонн мощности сверх 18

Емкость сборника следует принимать из расчета 500 м<sup>3</sup> на каждые 4 млн.тонн мощности фабрики.

ж 7.25. Для стяжения отходов флотации и регенерации оборотной воды следует применять, как правило, цилиндро-конические сгустители и использовать флокулянты. На реконструируемых фабриках допускается использование для этих целей существующих радиальных сгустителей.

7.26. При флокуляции в цилиндро-конических сгустителях либо сгустителях типа "СВ" следует принимать расход флокулянтов в пересчете на 100%-ную концентрацию:

полиакриламида - для углей марок К, ОС - 80 г/т;  
для углей марок Г, Ж, Т, А - 100 г/т;  
метаса - 80 г/т

Для углей марок ДГ, ГМ0, ГМ, КО, КСН, КС, ТС. СС значения показателей принимаются по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

7.27. Приготовление рабочего раствора флокулянтов следует предусматривать в две стадии:

приготовление 1% первичного раствора в тихоходных мешалках;

приготовление 0,05 - 0,1% рабочего раствора - разбавлением первичного.

7.28. При использовании в качестве флокулянта метаса следует применять щелочный гидролиз на первой стадии растворения.

Возможность щелочного гидролиза на первой стадии следует предусматривать и при использовании полиакриламида. Расход щелочи необходимо принимать 32 кг  $\text{NaOH}$  либо 48 кг  $\text{KOH}$  на 100 кг 100%-го основного вещества метаса или полиакриламида.

7.29. Следует принимать концентрации рабочих водных растворов флокулянтов:

полиакриламида - 0,05 - 0,1%;  
метаса - 0,05%.

7.30. Для расчета необходимого количества товарного флокулянта при приготовлении растворов различной концентрации следует пользоваться формулой

$$P = 1000 \frac{V \cdot C_{tr}}{C_{us}} \text{, кг} \quad (7.2)$$

где  $P$  - вес товарного флокулянта, кг;

$V$  - объем приготавляемого раствора,  $\text{м}^3$ ;

$C_{tr}$  - требуемая концентрация раствора, %;

$C_{us}$  - концентрация товарного флокулянта, %.

7.31. Склад флокулянтов и щелочи должен быть отапливаемым, затененным и оборудован вентиляцией. Располагать склад, как правило, в фильтр-прессовом отделении либо в здании сгустителей. Допускается располагать склад в других отделениях, находящихся рядом с фильтр-прессами. Вместимость склада должна составлять месячный запас. Склад должен обсрудоваться грузоподъемными средствами.

\* 7.32. Следует предусматривать подвод пара к емкости для первой стадии растворения флокулянта и систему рециркуляции переливов и выпусков флокулянта, исключающую попадание флокулянта в шламовую канализацию.

\* 7.33. Установка для приготовления рабочего раствора флокулита, как правило, должна размещаться в одном здании со складом товарного флокулянта и щелочи, в непосредственной близости от него.

7.34. Удельные нагрузки на цилиндро-конические сгустители следует принимать:

при сгущении отходов флотации углей марок Г.И.Т.А и высокозольных илов независимо от марки -  $3 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$  по пульпе и  $0,13 \text{ т}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$  по твердому;

при сгущении отходов флотации углей марок К.ОС -  $3,5 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$  по пульпе и  $0,16 \text{ т}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$  по твердому.

Для углей марок ДГ, ГМО, ГЖ, КО, КСН, КС, ТС, СС значения показателей принимаются по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

7.35. Содержание твердого в питании цилиндро-конического сгустителя следует принимать  $40 \text{ кг}/\text{м}^3$ , в сгущенном продукте сгустителей-500  $40 \text{ кг}/\text{м}^3$ , в сливе -  $3 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

\* 7.36. Для обогатительных фабрик с замкнутым волно-шламовым циклом следует предусматривать доочистку части слива цилиндро-конических сгустителей (оборотной воды "2") до содержания твердого в нем  $1 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Количество слива, направляемого на доочистку, следует определять по балансу воды с учетом ее потерь с продуктами обогащения и наличия в схеме потребителей доочищенной воды взамен добавочной. Остальной слив следует использовать в качестве оборотной воды "2".

\* 7.37. При использовании радиальных сгустителей для сгущения отходов флотации или шламовых вод (пульпы) следует принимать следующие показатели:

удельные нагрузки для отходов флотации с применением флокулянта -  $0,6 - 1,2 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$ ;

удельные нагрузки для шламовых вод без применения флокулянта - 0,2-0,3 м3/м2.ч (меньшее значение - для углей с размокаемыми породами):

содержание твердого в стущенном продукте - 120-200 кг/м<sup>3</sup> (меньшее значение - для углей с размокаемыми породами);

содержание твердого в сливе от стущения отходов флотации - 5 кг/м3;

содержание твердого в сливе от стущения шламовой волны - 50 кг/м3;

расход флокулянтов при стущении отходов флотации в пересчете на 100% концентрации:

полиакриламида - 60 г/т;

метаса - 20 г/т.

Использование флокулянта для стущения пульпы и параметры этого процесса следует предусматривать по рекомендациям научно-исследовательских организаций.

7.33. Контроль крупности отходов флотации при наличии контроля крупности питания флотации, как правило, предусматривать не следует.

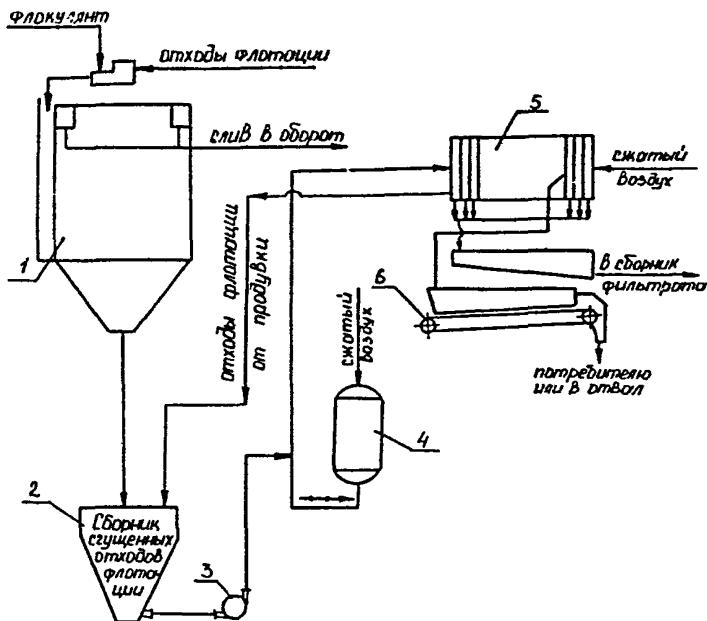
7.39. Для фильтрации тонких угольных шламов и отходов флотации на ближайшую перспективу следует принимать фильтр-пресссы.

Схему установки фильтр-пресссов следует применять в соответствии с рис.7.10.

7.40. Удельные нагрузки и влажность осадка камерных фильтр-пресссов в зависимости от содержания глинистых частиц и плотности питания следует принимать по табл. 7.5.

7.41. Содержание твердого в фильтрате следует принимать в количестве 2 кг/м3.

7.42. Обезвоженные на фильтр-прессах отходы флотации следует складировать совместно с отходами гравитационных процессов обогащения, влажность смеси при этом не должна превышать 22%.



- 1 Цилиндр-конический сгущитель
  - 2 Сборник сгущенных отходов
  3. Носок
  - 4 Резервуор
  - 5 Фильтр-пресс
  6. Конвейер

Рис. 7.10 Схема установки фильтр-пресса

Таблица 7.5

Содержание глинистого материала в отходах флотации, %	Производительность, кг/м <sup>2</sup> .ч		Влажность осадка, %
	концентрация стущеных отходов флотации С =350-400 кг/м <sup>3</sup>	концентрация отмытых отходов флотации С=500-600 кг/м <sup>3</sup>	
до 50	14,0	17,5	24
50-60	10,5	15,0	27
60-70	7,0	10,5	30
70-80	3,5	6,5	более 30

Следует прорабатывать возможность использования отходов флотации на предприятиях стройиндустрии. При перевозке отходов флотации железнодорожным транспортом следует предусматривать их предварительную сушку до влажности 10% и отгрузку через погрузочные бункера.

Принципиальная схема узла подготовки отходов флотации перед сушкой приведена на рис. 7.11.

7.43. Для аккумуляции и возврата в процесс аварийных сбросов отходов флотации в составе фильтр-прессового отделения следует предусматривать пламовый бассейн, наружные механизированные отстойники либо другие сооружения вместимостью 1000 м<sup>3</sup>. Весь продукт этих емкостей следует подавать в фильтр-прессовое отделение на переработку совместно с отходами флотации, не предусматривая выдачи стока.

7.44. Диаметры трубопроводов и сечения желобов для транспортирования различных продуктов водно-пламового хозяйства, их углы нахлона, пропускные способности, материал и конструктивные решения следует принимать в соответствии с разделом "Желоба и трубопроводы" настоящих норм.

7.45. Проектирование прудов-илюнакопителей следует выполнять в соответствии с требованиями пособия по проектированию "Охрана поверхностных и подземных вод" (Метинпромгражт, 1984 г.).

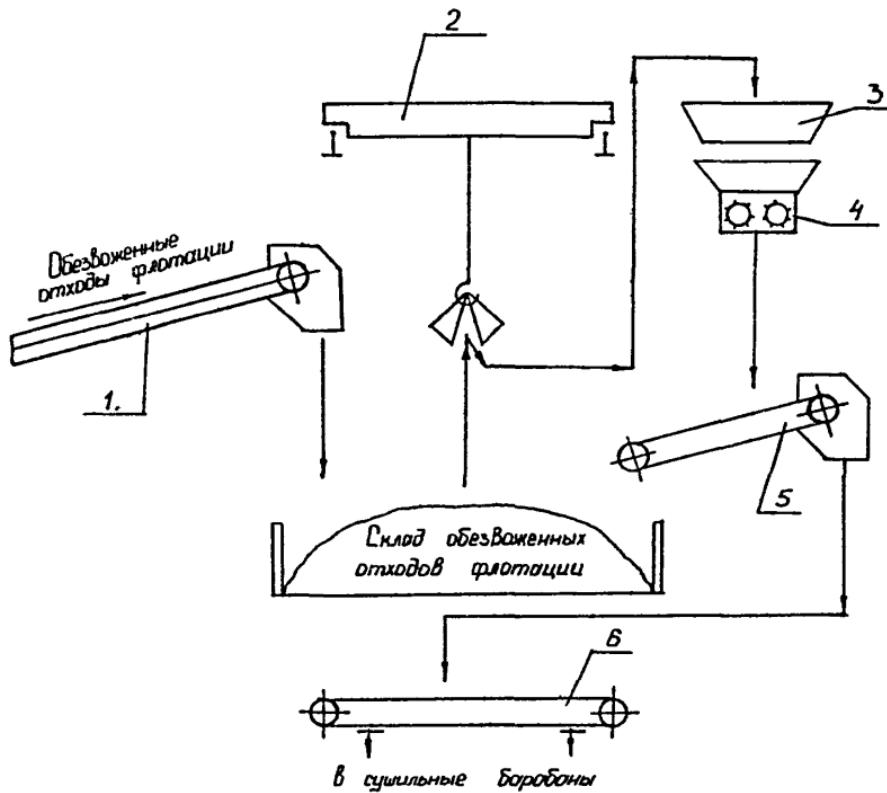


Рис. 7.11 Принципиальная схема подготовки отходов флотации перед сушкой.

7.46. Системы гидротранспорта отходов флотации, высокозольных илов, а также осветленной воды из прудов следует проектировать в соответствии с "Временной отраслевой инструкцией по проектированию систем гидравлического транспорта отходов флотации и возврата оборотной воды на обогатительных фабриках Минуглепрома СССР" (УкрНИИуглеобогащение, УкрНИИгидроуголь, 1980 г.).

7.47. Количество резервного оборудования следует принимать: насосов, связанных с непрерывным технологическим процессом, - 100%;

фильтр-прессов (агрегатов в составе: фильтр-пресс, ленточный конвейер, резервуар, компрессор, насос) для отделения с количеством рабочих агрегатов: до 5-1 резервный, более 5-1 резервный на каждые 5 рабочих;

ленточных фильтров: 1 резервный - для 1-4 рабочих, 2 резервных - для 5 и более рабочих;

центрифуг - 1 резервная на каждые 1-4 рабочих.

#### РАСХОД ВОДЫ

7.48. Техническое водоснабжение ОФ, как правило, должно осуществляться за счет шахтных или карьерных вод.

7.49. Оборотную воду "1", как правило, следует подавать на: мокрую подготовительную классификацию; транспорт рядового угля перед мокрой подготовительной классификацией (при необходимости); отсадку в качестве транспортной воды.

7.50. Оборотную воду "2", как правило, следует подавать на: ополаскивание продуктов обогащения тяжелых сред (в дополнение к сливу электромагнитных сепараторов); отсадку в качестве подрешетной воды; регенерацию магнетитовой суспензии; транспорт и обессыпливание мелкого угля и перемычочного продукта перед обогащением их в тяжелосредных гидроциклонах;

мокрую газоочистку;  
промывку аппаратуры;  
мытьё полов;  
смыть просыпей под конвейерами.

Доочищенню воду с содержанием твёрдого не более 1 кг/м<sup>3</sup>, как правило, следует подавать на:

зплотнение сальников насосов;  
охлаждение подшипников газодувок, дымососов, насосов;  
приготовление раствора флокулянта;  
охлаждение панелей топок (в дополнение к добавочной воде или взамен её).

7.51. Добавочную (свежую техническую) воду в количестве, равном потерям с продуктами обогащения, следует использовать для:

работы гакум-насосов;  
промывки заменяек;  
эмulsификации флотореагентов;  
приготовления раствора флокулянта;  
охлаждения панелей топок.

7.52. Концентрация механических примесей в добавочной воде не должна превышать 0,2 кг/м<sup>3</sup>. Добавочная вода, используемая для приготовления флокулянта и эмульсификации флотореагентов, не должна содержать механических примесей крупностью более 100 мк, выделяющихся в осадок.

7.53. Расход воды при мокрой классификации рядовых углей и обессыпливании надрешетного продукта сухой классификации следует принимать по табл. 7.7, на отсадку по номограмме, приведенной на рис. 7.12.

Таблица 7.7

Размер отверстий сит, мм	Мокрая классификация	Обессыпливание надрешетного продукта сухой классификации	Расход воды, м <sup>3</sup> /т	
			1	2
6	1,8	1,6		
10	1,6	1,4		
13	1,4	1,0		
25	1,0	0,8		

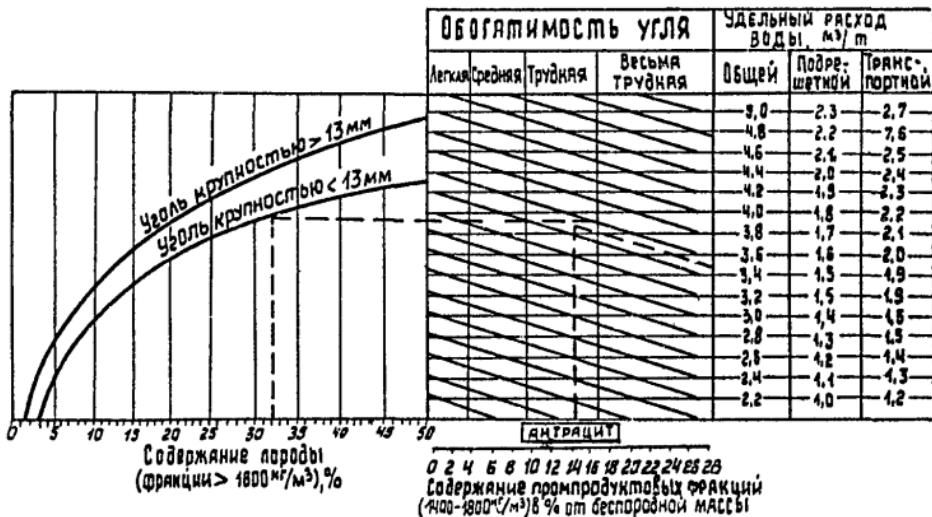


Рис. 7.12 Номограмма для определения удельного расхода воды на отсадку угля

При обогащении углей с содержанием глинистых частиц в породе выше 50% расход воды должен быть увеличен в 1,5 раза против данных нормограммы.

7.54. Расход воды на гидросмык проселей конвейеров следует принимать по табл. 7.8.

Таблица 7.8

Ширина конвейер- ной ленты, мм	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	Продолжительность смыка
800	7	4 раза по 10 минут в смену
1000	9	
1200	10	
1400	12	
1600	14	
2000	15	

7.55. Расход воды на мытье 1 раз в смену производственных помещений следует принимать 7 л на 1 м<sup>2</sup> поверхности, коэффициент часовой неравномерности - 3,5. Периодичность мытья полов раз в смену, стен - раз в 7 дней, потолков - раз в 15 дней.

Производительность струи - 0,4 л/с.

7.56. Следует предусматривать охлаждение и возврат в циркуляцию отработанной воды компрессоров, дымососов, вакуум-насосов и вентиляторов. Воду после охлаждения пакетов топок, как правило, следует направлять в систему через аппараты мойкой очистки циркуляционных газов.

7.57. Расход добавочной воды, подаваемой из внешних источников, следует принимать по табл. 7.9.

Для фабрики с прутками-накопителями на первый год эксплуатации возврат осветленной воды из пруда предусматривать не следует.

Таблица 7.9

Глубина обогащения, мм	Расход воды на 1 тонну перерабатываемой горной массы, м3	
	при отсутствии пруда-илонакопителя	при наличии пруда-илонакопителя
0	0,2	0,27
0,5	0,18	0,2
6	0,12	0,16
13(25)	0,12	0,16

#### КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

7.58. Размещение сооружений и устройств водно-шламового хозяйства должно, как правило, обеспечивать самотечный транспорт загрязненных вод и более плотных пульп.

7.59. Узел обесшламливания мелкого угля перед обогащением следует располагать в главном корпусе в непосредственной близости от обогатительных машин без дополнительных транспортных линий.

7.60. Компоновка оборудования в главном корпусе должна предусматривать, как правило, самотечную подачу пульп на конические грохоты для обесшламливания.

7.61. Конические грохоты для предварительного обезвоживания и обесшламливания мелкого концентратата следует компоновать, как правило, поагрегатно с центрифугами. Допускается установка двух грохотов на центрифугу.

7.62. Компоновка баков добавочной воды, оборотной "2" и оборотной "1" должна предусматривать самотечный перелив избытка воды из бака в бак по схеме:

добавочная вода - оборотная "2" - оборотная "1".

Перелив бака оборотной воды следует направлять в общий сборник пульпы (первичных и вторичных шламов).

7.63. Оборудование и устройства, связанные с обработкой отходов флотации, следует располагать, как правило, в главном корпусе.

7.64. Для реконструируемых фабрик отделение обработки отходов флотации (фильтр-прессов) допускается располагать в отдельном здании.

ж 7.65. Шламовые бассейны для шламовых вод и отходов флотации следует, как правило, располагать в одном блоке с учетом минимальной длины каналов для подачи сливных вод в них. При проектировании отдельностоящих шламовых бассейнов для шламовых вод и отходов флотации их следует располагать (с учетом минимальной длины каналов) возможно ближе к центру:

главного корпуса - для шламовых вод;

фильтр-прессового отделения - для отходов флотации.

7.66. Следует, как правило, предусматривать самотечную подачу сгущенных отходов флотации из сгустителей в сборники, питающие фильтр-прессы, которые следует располагать в непосредственной близости от сгустителей.

7.67. Следует принимать, как правило, агрегатную схему установки оборудования в фильтр-прессовом отделении: фильтр-пресс, ленточный конвейер, резервуар, компрессор, насос. Расстояние между напорным резервуаром и фильтр-прессом должно быть минимальным. Допускается неагрегатная схема установки оборудования в фильтр-прессовом отделении.

7.68. Фильтр-прессы следует располагать в отдельном зале, оборудованном пообходными грузоподъемными устройствами.

ж 7.69. Компрессоры и их воздухосборники следует располагать в отдельностоящем здании. Компоновку агрегатов выполнять так, чтобы воздухозаборные устройства размещались со стороны, противоположной АБК.

7.70. В отделении фильтр-прессов следует предусматривать следующие вспомогательные помещения:

для хранения полотен площадью	- 25 м <sup>2</sup>
для раскрова полотен площадью	- 25 м <sup>2</sup>
для сушки полотен площадью	- 20 м <sup>2</sup>

Площадь помещений указана на каждые 4 фильтр-пресса.

7.71. Удаление вод дренажных, капельных и от смысла просыпей должно быть, как правило, самотечным. Допускается для улавливания этих вод устраивать приемки и перекачивать воду насосами.

7.72. Накопители отходов обогащения (илов) выполнять в соответствии с пособием по проектированию "Охрана поверхностных и подземных вод" (Южгипрошахт. 1984 г.).

## 8. СУШИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

8.1. Сушка (термическому обезвоживанию) должен подвергаться весь флотконцентрат в смеси с необходимым количеством мелкого концентрата.

8.2. Конечная влажность высушенного продукта должна устанавливаться по рекомендациям научно-исследовательских институтов.

8.3. Сушильное отделение, как правило, должно состоять из сушильных агрегатов<sup>х/</sup> одного типоразмера. При недогрузке агрегата для сушки промпродукта, его работу следует предусматривать при пониженных температурах сушильных газов за счет подачи в камеру смешения воздуха или отработанных дымовых газов после дымососа. При невозможности обеспечения безопасного содержания кислорода в отработанных газах, следует предусматривать установку агрегата меньшего типоразмера.

---

<sup>х/</sup>

Агрегат, состоящий из топки, сушильного аппарата (сушильный барабан или сушилка "кипящего" слоя), бункера сырого угля, устройства подачи угля в сушилку, системы пылеулавливания и тягодутьевых устройств, по тексту "Норм ..." будет для краткости именоваться по типу сушильного аппарата.

8.4. Сушку продуктов обогащения следует, как правило, предусматривать:

в барабанных сушилках для каменных углей средней и низкой стадии метаморфизма;

в сушилках "кипящего" слоя для антрацитов и тощих углей. Допускается использование труб-сушилок.

8.5. В сушильном отделении следует предусматривать один резервный агрегат.

8.6. В качестве топлива следует принимать, как правило, энергетические угли, кроме тощих углей. Качество углей должно соответствовать требованиям ГОСТ на топливо для различных бассейнов. Допускается использование в качестве топлива газа, жидкого топлива и антрацита.

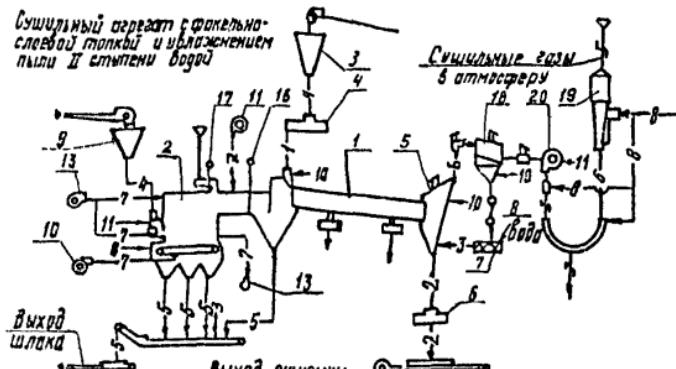
ж 8.7. Расчет и выбор системы пылеулавливания и пылеулавливающих аппаратов должны производиться на основе данных научно-исследовательских институтов о гранулометрическом составе угля, поступающего на сушку, с учетом нормативов ПДК.

8.8. Проектирование сушильных установок должно осуществляться в соответствии с технологическими схемами, приведенными на рис. 8.1, 8.2 и 8.3.

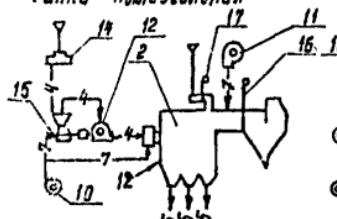
ж 8.9. Сушильные отделения должны иметь аккумулирующие бункера для влажного угля вместимостью не менее часовой производительности агрегата без учета слоя угля, необходимого для исключения присоса воздуха через бункер, высотой не менее двух метров. При использовании герметизирующих питателей невыгружаемый слой угля в бункерах предусматривать не следует.

8.10. Следует применять следующие типы сушилок: барабанные сушилки диаметром 3,5 м и длиной 18 м с цепными насадками (при их освоении промышленностью), допускается применение барабанных сушилок длиной 22 м и 27 м; барабанные сушилки диаметром 2,8 м и длиной 14 м с цепными насадками; сушилки "кипящего" слоя площадью решетки  $6 \text{ м}^2$  и  $12 \text{ м}^2$ ; трубные сушилки диаметром 1100, 1250, 1500 мм (при реконструкции, расширении или техническом перевооружении сушильных отделений).

Сушарный агрегат с фокально-  
следовой топкой и увлажнением  
пыли II ступени водой



Топка пылеугольная



Топка слюбовая

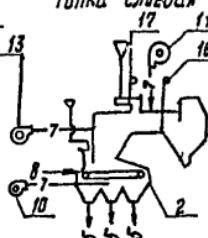
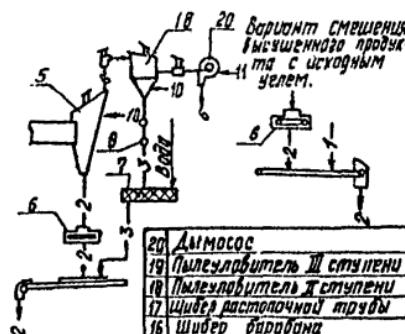


Рис. 8.1. Технологическая схема сушарной установки (барabanной сушилки) с различными типами топочных устройств.

Подваривание увлажнения пыли II ступени  
тонко распыленной водой



- 80 -

- Условные обозначения потоков
- 1 — Исходный продукт
  - 2 — Высушенный продукт
  - 3 — Чистая пыль
  - 4 — Твердое топливо
  - 5 — Шлак-зала
  - 6 — Пылеупроеизводная смесь
  - 7 — Воздуховод
  - 8 — Технологическая вода
  - 9 — Шламовая вода
  - 10 — Пожаротушение
  - 11 — Питьевая вода
  - 12 — Топливо для растопки

20	Дымосос
19	Пылеуповитатель II ступени
18	Пылеуповитатель I ступени
17	Шибер растопочной трубы
16	Шибер барабана
15	Мельница
14	Питатель топлива
13	Вентилятор встроенный
12	Вентилятор мельничный
11	Джетчики вторичного дутья
10	Джетчики первичного дутья
9	Бункер топлива
8	Шламовой затвор
7	Смеситель
6	Питатель герметизирующий
5	Разгрузочная камера
4	Питатель исходного продукта
3	Бункер исходного продукта
2	Топка
1	Барабан сушарный
	Экспликация оборудования

Сушкильные агрегаты с факельно-  
слющевой топкой и увлажнением  
поглощением водой

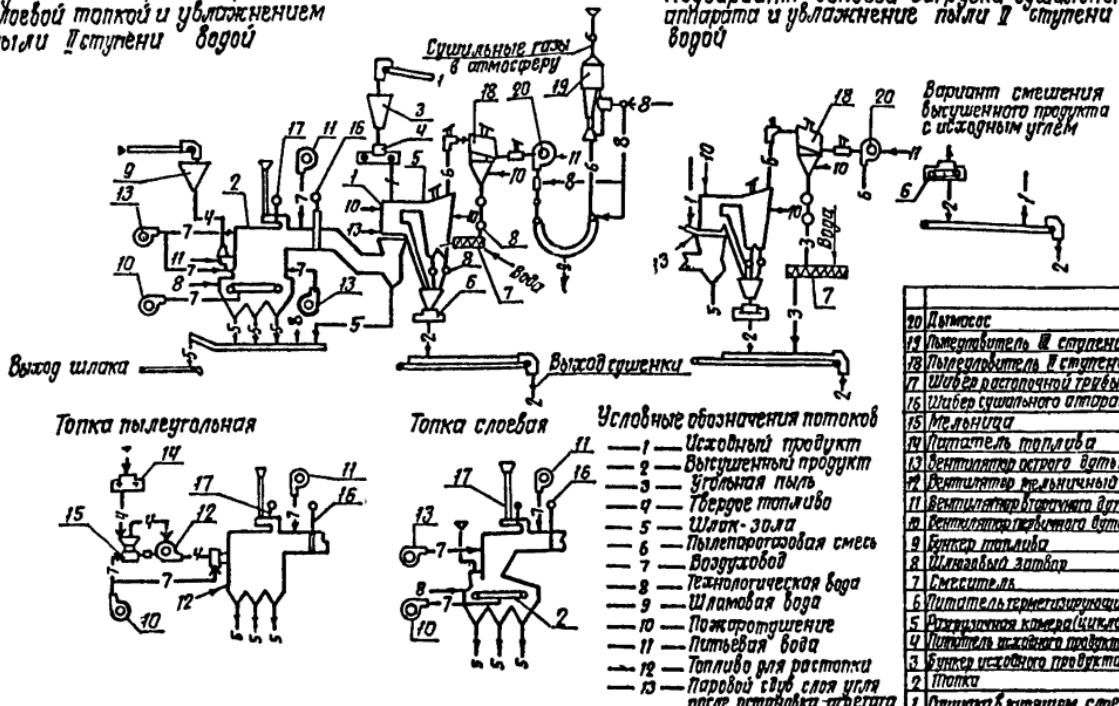


Рис. 8.2. Технологическая схема сушильной установки (кипящий слой) с различными типами транспортирующих устройств

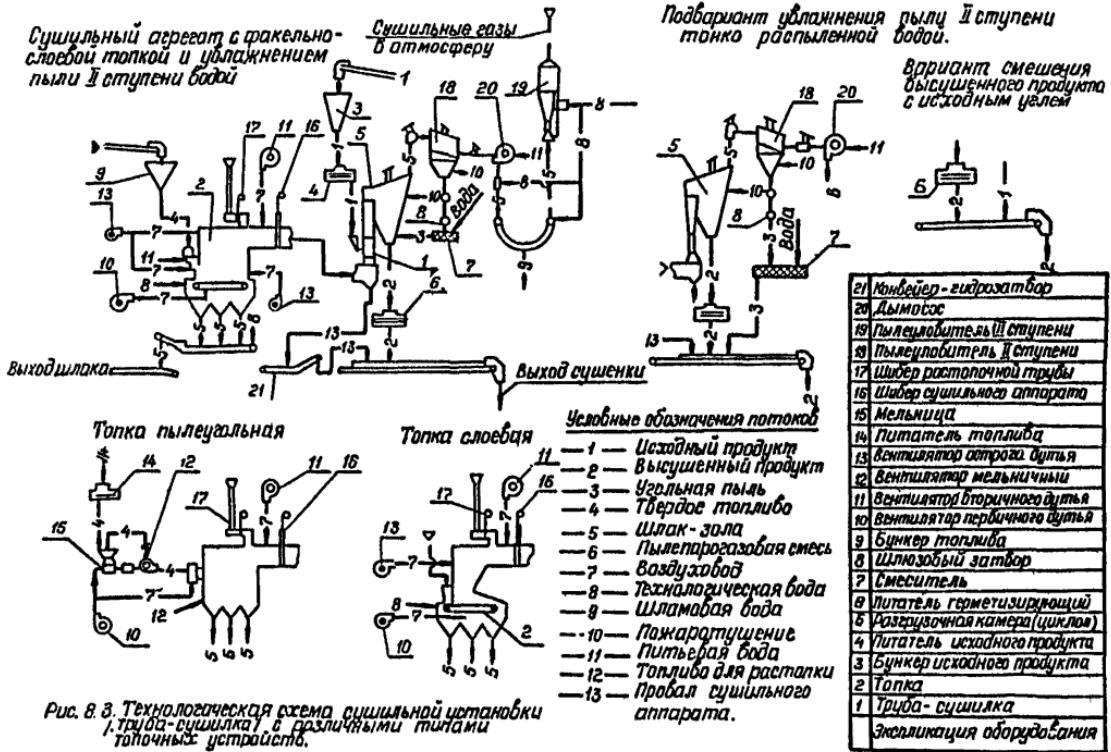


Рис. 8.3. Технологическая схема сушильной установки /труба-сушилка/ с различными типами горючих устройств.

8.11. Для выдачи влажного угля из бункеров и подачи его в сушилку следует применять скребковые питатели (до выпуска промышленностью более совершенных). Для сушилок "кипящего" слоя с боковой загрузкой необходимо дополнительно устанавливать забрасыватели. Для труб-сушилок диаметром 1100 мм следует устанавливать узлы загрузки УЗГ2-II, а для диаметров 1250 и 1500 мм - узлы загрузки УЗТ - 12,5 и УЗТ - 15 конструкции института "Ростонгипрошахт", при сушке антрацита допускается установка герметично закрытых качающихся питателей. Питатели влажного угля должны иметь устройства для плавного регулирования их производительности.

8.12. Участок трубы-сушилки от забрасывателя до первого пылеулавливающего устройства (рабочий участок) следует определять расчетом. Трубы-сушилки должны комплектоваться проходными гравитационными сепараторами.

\* 8.13. Для компенсации линейного расширения от температурного перепада на рабочей длине трубы-сушилки следует устанавливать компенсаторы сальникового типа.

\* 8.14. Для устранения присосов воздуха, удаления провалившегося материала и посторонних предметов на провальной части трубы-сушилки необходимо устанавливать герметизирующие питатели и предусматривать подачу провалившегося концентрата на тракт высушенного угля. При сушке промпродукта провал допускается направлять на конвейер шлака.

\* 8.15. Для барабанных сушилок и сушилок "кипящего" слоя на случай аварийного провала следует предусматривать устройства для сброса его на конвейер шлака.

8.16. Выделение высушенного продукта в системе пылеулавливания следует производить в аппаратах сухой очистки газов в две стадии.

Для доведения до санитарных норм запыленности газов, выбрасываемых в атмосферу, необходимо предусматривать мокрые пылеуловители.

\* 8.17. Запыленность газов на входе в аппараты мокрого пылеулавливания должна быть не более 15 г/м<sup>3</sup>.

- \* 8.18. Средняя скорость газов в горизонтальном сечении разгрузочных камер должна составлять не более 2 м/с, в пиклонах и гравитационных сепараторах - не более 4 м/с.
- \* 8.19. Должен быть предусмотрен подвод водяного пара или инертных газов в сушильный аппарат, во все ступени сухого пылеулавливания и во все емкости высушенного продукта, а также для барабанных сушилок - в смесительную и разгрузочную камеры, для сушилок "кипящего" слоя - в сушильный аппарат, для труб-сушилок - в зону забрасывания угля. Расход водяного пара или инертного газа следует определять расчетом исходя из объема сушильного агрегата и времени его заполнения. Допускается в качестве резерва применения тонко распыленной воды.
- \* 8.20. Бункерная (нижняя) часть разгрузочной камеры барабанных сушилок должна иметь вместимость, обеспечивающую выгрузку всего высушенного продукта, находящегося в барабане и, как правило, одно выгрузочное отверстие. Расположение разгрузочного отверстия относительно барабана должно учитывать траектории движения материала. Допускается устройство двух выгрузочных отверстий. Для выгрузки всего продукта, находящегося на решетке сушилки кипящего слоя, нужно предусматривать желоб или бункер соответствующей вместимости.
- \* 8.21. Разгрузочные камеры и пылеулавливающие аппараты сухой очистки газов должны оборудоваться устройствами, препятствующими проникновению взрывных газов в помещение (герметизирующие скребковые питатели, шлюзовые затворы и др.).
- 8.22. На выгрузке из аппаратов второй ступени пылеулавливания следует, как правило, предусматривать установку двух затворов. В качестве второго затвора допускается применение мигалок. В случае подачи пыли из аппаратов второй ступени в нижнюю часть разгрузочной камеры следует устанавливать один затвор.
- \* 8.23. Для уменьшения пылеобразования на тракте высушенного угля необходимо предусматривать увлажнение пыли второй ступени сухого пылеулавливания тонко распыленной водой или смешивания высушенного угля с исходным углем, поступающим на сушку.

- \* 8.24. Дымососы сушильных установок следует размещать после аппарата сухого пылеулавливания (до аппаратов мокрой очистки газов). Дымососы и вентиляторы должны иметь направляющие аппараты.
- ж 8.25. Температура газов перед дымососом не должна превышать  $120^{\circ}\text{C}$  и быть выше температуры точки росы на  $15^{\circ}\text{C}$ .
- ж 8.26. При работе сушильных установок объемное содержание кислорода в отработанных газах (после дымососа) в пересчете на сухой газ для всех марок углей должно быть не более 16%. При сушке антрацитов, не опасных по газу, содержание кислорода в сушильных газах не ограничивается.
- \* 8.27. Каждая топка должна иметь стальную растопочную трубу с перекрывающим клапаном или шибером.

Размещение клапана или шибера должно исключить воздействие на него прямого радиационного нагрева. Сечение растопочной трубы следует определять из расчета отсоса 50% номинального количества газов, образующихся в топке во время работы сушки. Высота растопочных труб определяется расчетом исходя из норм приземной концентрации выбросов вредных веществ, но должна быть не менее, чем на 5 м выше конька здания сушильного корпуса. На участке не менее 10 м, начиная от топки, трубу изнутри необходимо бутеровать огнеупорным материалом.

Участки небутерованных растопочных труб, проходящих через производственные помещения, следует ограждать защитным кожухом; между кожухом и растопочной трубой должна быть обеспечена естественная циркуляция воздуха.

Наружная температура кожуха не должна превышать  $45^{\circ}\text{C}$ .

Клапан растопочной трубы допускается устанавливать у ее устья.

Привод клапана должен управляться с пульта оператора, иметь блокировку на аварийные отключения и обеспечивать открывание трубы при внезапных отключениях электроэнергии.

8.28. Для получения сушильных газов следует, как правило, применять малоинерционные факельно-слоеевые топки. Удаление шлака и золы должно быть механизировано и осуществляться мокрым способом.

8.29. Пылеугольные топки должны проектироваться с устройством для разжига факела жидким или газообразным топливом или специальным растопочным устройством.

8.30. Каждый сушильный агрегат должен иметь, как правило, одну дымовую трубу. Допускается применение двух труб на один сушильный агрегат или одной трубы на все сушильные агрегаты. Размеры дымовой трубы следует определять расчетом. Скорость выхода газов из дымовых труб необходимо принимать не менее 6 м/с. Большие значения скорости следует принимать при повышенных фоновых загрязнениях воздушного бассейна в районе строительства сушильного отделения.

ж 8.31. В верхней части разгрузочных камер сухих пылеуловителей и на соединительных газоходах (от сушильного аппарата до дымососа) должны устанавливаться предохранительные клапаны с патрубками для отвода взрывных газов в атмосферу. Сечение диафрагмы предохранительных клапанов ( $F$ ) определяется исходя из объема ( $V$ ) и прочностной характеристики защищаемого оборудования.

ж 8.32. Пылеулавливающие аппараты сухой очистки газов и соединительные газоходы должны быть рассчитаны на внутреннее давление 0,04 МПа. Следует принимать  $\frac{F}{V} = 0,075$  при сушке бурых углей, 0,04 при сушке каменных углей и антрацитов, опасных по газу, 0,02 при сушке антрацитов, не опасных по газу.

ж 8.33. При установке диафрагмы предохранительного клапана в конце патрубка, длина патрубка не должна превышать 10 калибров (эквивалентных диаметров) патрубка. При установке предохранительного клапана с отводом длина патрубка до места установки диафрагмы не должна превышать двух калибров, а длина отвода после диафрагмы - 10 калибров отвода. Сечение отвода должно быть не менее сечения диафрагмы клапана. Допускается установка отводов длиной до 15 калибров. При этом необходимо рассчитывать оборудование на избыточное внутреннее давление 0,06 МПа или принимать  $\frac{F}{V} = 0,1$  при сушке бурых углей, 0,05 при сушке каменных углей и антрацитов, опасных по газу; 0,025 при сушке антрацитов, не опасных по газу.

ж 8.34. Для пылеулавливающих аппаратов, разгрузочных камер, бункеров пыли, проходных гравитационных сепараторов объемом менее  $10 \text{ м}^3$  допускается установка предохранительных клапанов с отводом взрывных газов в помещение.

ж 8.35. Диафрагмы предохранительных клапанов должны выполняться легкоразрывными диаметром не более 1 м либо из мягкой жести толщиной не более 0,5 мм и с одинарным швом посередине, либо из алюминиевого листа толщиной 0,5-1,0 мм с надрезом посередине на 50% его толщины.

На элементах оборудования, газоходах и коробах, работающих под давлением, предохранительные клапаны следует устанавливать с металлической диафрагмой диаметром не более 600 мм. Эти клапаны могут быть скрупированы в блоки, состоящие из нескольких диафрагм. Предохранительные клапаны могут выполняться откидными.

ж 8.36. Патрубки для отвода взрывных газов должны быть вертикальными или с наклоном к горизонту под углом не менее  $45^\circ$ . Клапаны, расположенные снаружи здания, должны иметь наклон под углом к горизонту не менее  $45^\circ$ , а патрубки (трубопроводы) должны быть теплоизолированы и защищены покрытиями от атмосферных осадков. Патрубки должны присоединяться к газоходам и оборудованию так, чтобы в местах их примыкания исключалась возможность отложений пыли. Допускается замена одного клапана несколькими, сконцентрированными около защищаемого участка, суммарным сечением не менее сечения заменяемого клапана.

ж 8.37. Топки с камерным сжиганием любого топлива, как правило, должны быть снабжены предохранительными клапанами. Клапаны должны быть установлены в обмуровке камеры горения и камеры смешения в местах, безопасных для обслуживающего персонала. Допускаются отводные короба или ограждения отбойными щитами со стороны возможного нахождения людей. Взрывные предохранительные устройства разрешается не устанавливать в топках, если это обосновано расчетом.

ж 8.38. В сушильных агрегатах производительностью более 10 т/ч по испаренной влаге, оборудованных камерными топками,

общее сечение предохранительных клапанов, устанавливаемых в верхней части обмуровки камеры горения, должно быть не менее  $0,2 \text{ м}^2$ . На камере смещения необходимо устанавливать не менее двух предохранительных клапанов общим сечением  $0,4 \text{ м}^2$ .

ж 8.39. Между топками и сушильными аппаратами должны быть предусмотрены отсекающие шиберы. Шибер должен обеспечивать надежное отделение топочного устройства от сушильного аппарата, быть быстродействующим (время перевода из одного положения в другое не более 30 с), жаростойким, конструкция его должна обеспечивать компенсацию локальных тепловых напряжений.

ж 8.40. Бункера для угля должны проектировать металлическими или железобетонными в соответствии с требованиями пп.2.4 и 2.5 настоящих норм.

ж 8.41. Разгрузочные камеры должны выполняться металлическими с гладкой внутренней поверхностью, с футеровкой наклонных плоскостей нержавеющей сталью. Углы между стенками должны быть плавно закруглены, угол наклона стенок к горизонту должен быть не менее  $65^\circ$ .

8.42. Угол наклона желобов должен быть, как правило, не менее:

для влажных антрацитов -  $65^\circ$ , каменного угля -  $75^\circ$ ,  
для высушенных антрацитов -  $60^\circ$ , угля -  $65^\circ$ ,  
для шлака и золы -  $60^\circ$ .

ж 8.43. Загрузочные желоба барабанных сушилок следует выполнять выносными при опущенном своде. Они должны быть овального сечения и состоять из вертикальной и наклонной частей. Наклонную часть желоба следует выполнять с вертикальным срезом, начинающимся с уровня верхней кромки торцевого кольца барабана. Линия среза желоба должна заходить в барабан на 100 мм на уровне нижнего кольца барабана.

ж 8.44. Участок трубн - сушилки от низа бровы до узла питания должен быть забутерован с внутренней стороны огнеупорным материалом толщиной, обеспечивающей температуру наружного металлического кожуха не более  $45^\circ\text{C}$ .

8.45. Участок трубы-сушилки в зоне загрузки должен быть круглого сечения с внутренней футеровкой огнеупорным и износостойким материалом и заканчиваться не менее чем на 1,5 м выше зоны забрасывания. Допускается в зоне загрузки устанавливать толстостенные трубы из стального литья с устройством ограждающего кожуха с естественной воздушной циркуляцией; при этом температура наружного кожуха не должна превышать 45<sup>0</sup>С.

ж 8.46. Основное технологическое оборудование сушильных установок (загрузочные желоба, нижние части разгрузочных камер и желоба от них, входные патрубки циклонов и газоходы за ними, мокрые пылеуловители и дымовые трубы) должны изготавливаться из коррозионностойкой стали. Для мокрых пылеуловителей и дымовых труб следует предусматривать антакоррозионное покрытие.

ж 8.47. Сушильные установки, за исключением мокрых пылеуловителей, демососов, компенсаторов, не имеющих теплоизоляции по условиям заводов-изготовителей, должны быть теплоизолированы. В местах прохода обслуживающего персонала нетеплоизолированные участки, имеющие температуру выше 45<sup>0</sup>С, должны быть отражены.

ж 8.48. Помещения сушильных отделений должны иметь систему аспирации, постоянно действующую и аварийную вентиляцию. Систему аспирации следует проектировать в соответствии с разделом "Комплекс обеспыливания" "Временных норм технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт, разрезов и обогатительных фабрик НПП" 4-92. Постоянно действующая вентиляция должна быть рассчитана по тепловыделениям. Аварийная вентиляция рассчитывается на 8-кратный воздухообмен.

8.49. Следует предусматривать специальные устройства для отвода в производственную канализацию дренажных вод от бункеров влажного продукта и топлива.

8.50. На газовом тракте сушильных агрегатов следует предусматривать установку штуцеров для подключения переносных контрольно-измерительных приборов. Места и типы штуцеров должны быть согласованы с наладочной организацией.

8.51. Удельный расход топлива на термическое обезвоживание продукта не должен превышать 0,18 т условного топлива на тонну испаренной влаги.

### КОМПОНОВЧИЕ РЕШЕНИЯ

- ж 8.52. Сушильные отделения должны размещаться в отдельно стоящем здании либо в блоке с главным корпусом фабрики. В последнем случае сушильное отделение должно быть изолировано от главного корпуса стеной с большей сопротивляемостью давлению взрыва, чем наружные стены здания сушильного отделения. Стена между сушильным отделением и главным корпусом должна иметь минимальное количество деревянных проемов. Двери должны открываться в сторону сушильного отделения. Сушильные отделения следует располагать с учетом преобладающего направления ветров.
- ж 8.53. Оборудование сухой газоочистки и тракта высушенного угля должно размещаться в изолированном помещении.
- ж 8.54. Основное оборудование сушильных установок должно размещаться в закрытых помещениях. Оборудование, работающее под давлением (мокрые пылеуловители, газоходы), допускается устанавливать вне здания.
- ж 8.55. Оборудование сушильных установок должно компоноваться по агрегатной схеме: толка с растопочной трубой и комплексом индивидуального оборудования - сушильный аппарат - система выделения высушенного материала и пылеулавливания - дымовая труба.
- ж 8.56. При проектировании новых сушильных отделений не допускается размещение технологического оборудования в подвальных помещениях.
- Барабанные сушилки должны устанавливаться на фундаменте перекрытия со специальным вибробоснованием или на фундаменте, не связанном с каркасом здания.
- ж 8.57. Компоновка технологического оборудования должна предусматривать минимальную протяженность коммуникаций. Основная часть тракта высушенного материала должна, как правило, проходить вне главного корпуса фабрики.
- ж 8.58. Продуктивительные юлтаны и отводы от них, размещенные как в помещениях, так и вне их, должны устанавливаться таким образом, чтобы исключалась возможность попадания выбрасываемых при взрыве газов на рабочие места и в проходы, а также

на кабельные линии, мазутопроводы и маслопроводы.

\* 8.59. Тракты высушенного угля и газоходы не должны иметь мешков и тупиков, где может задерживаться пыль. Угол наклона газоходов к горизонту должен быть больше угла статического естественного откоса пыли, но не менее  $45^0$ . Меньшие углы наклона допускаются при скорости газового потока не менее 25 м/с.

\* 8.60. Дымососы следует размещать в отдельном изолированном помещении, в котором возможно обеспечить относительную влажность и запыленность согласно нормам эксплуатации высоковольтных двигателей.

## 9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УГЛЯ И ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИСХОДНОГО УГЛЯ (ГОРНОЙ МАССЫ)

9.1. Для расчетов за качество рядового угля отбор, подготовка проб и определение показателей качества должны производиться по каждой партии угля, поступающего на обогащение из каждой шахты, участка, разреза, входящих в сырьевую базу обогатительной фабрики. Отбор и подготовка проб производится по ГОСТ 10742, а определение показателей качества - по соответствующим государственным стандартам на методы анализа.

9.2. В зависимости от технических условий на рядовой уголь определяются зольность, массовая доля влаги, серы, минеральных примесей, мелочи, выход летучих веществ.

Для определения прогнозных показателей продуктов обогащения, а также осуществления управления технологическим процессом на фабрике не реже одного раза в квартал производится исследование гранулометрического (по ГОСТ 2093) и фракционного (по ГОСТ 4790) составов угля каждой шахты, участка, разреза, входящих в сырьевую базу фабрики.

9.3. Опробование исходных углей следует предусматривать, как правило, до дробильного отделения.

На фабриках при шахтах (разрезах) отбор проб должен осуществляться непосредственно из потока угля, подаваемого на фабри-

ку, для чего следует предусматривать установку механического пробоотбирателя, проборазделочной машины, и, при необходимости, механического грохота с весоизмерительной системой.

9.4. Для оперативного контроля качества углей и технологического процесса следует предусматривать радиационные и электрические методы определения зольности и массовой доли влаги.

9.5. Принципиальные схемы контроля качества коксующихся, энергетических углей и антрацитов и сводные таблицы параметров опробования приведены в приложениях 9, 10, 11, 12. Кроме указанных в таблицах параметров контроля, следует, при необходимости, предусматривать определение теплоты сгорания, выхода летучих веществ, толщины пластического слоя. В тех случаях, когда угли отгружаются на экспорт, необходимо предусматривать определение показателей качества по международной классификации, а также предусматривать соответствующее оборудование и помещения в химлаборатории.

9.6. Примерный набор необходимого оборудования и инвентаря проборазделочных различного назначения приведен в приложениях 13, 14, 15.

9.7. Процессы отбора, транспортировки, обработки проб и удаления остатков должны быть полностью механизированы.

9.8. При наличии на обогатительной фабрике технологических секций контроль следует производить посекционно.

9.9. На ГОФ и ЦОФ для коммерческих расчетов с шахтами (разрезами) следует предусматривать контрольные опробовательные пункты (КОП), оборудованные пробоотбирателями, проборазделочными машинами, механическими грохотами с весоизмерительной системой для рассева проб.

9.10. Для технологических целей должны применяться средства оперативного контроля зольности шихты исходных углей после дозировочно-аккумулирующих бункеров.

9.11. Для периодического исследования сырьевой базы следует предусматривать отбор проб пробоотбирателями КОП. Для обработки этих проб следует принимать проборазделочную машину и механи-

ческий грохот с весоизмерительной системой, размещенные в отдельном помещении рядом с КОП.

9.12. Проведение фракционных анализов исходных углей следует предусматривать в проборазделочной главного корпуса. Доставка проб в главный корпус должна предусматриваться с использованием внутришахового транспорта (электрокары, автопогрузчики, монорельсы).

9.13. Технологические схемы КОП коксующихся, энергетических углей и антрацитов приведены в приложениях I6 и I7. При оценке качества коксующихся углей по содержанию минеральных примесей (породы) с размерами кусков 25 мм и более следует применять технологическую схему, приведенную в приложении I7.

9.14. Место установки пробоотбирателя для определения содержания мелочи или минеральных примесей (породы) с размерами кусков 25 мм и более должно выбираться из условия минимального измельчения пробы в процессе транспортирования к месту исследования.

9.15. В КОП для определения содержания мелочи и крупных минеральных примесей в исходном угле (горной массе), а также для определения содержания золы должен предусматриваться опробовательный комплекс, состоящий из пробоотбирателя, двух машин для разделки проб (основной и резервной) и механического грохота с весоизмерительной системой для рассева, перед которым следует предусматривать металлический бункер с углом наклона стенок не менее  $65^{\circ}$ , общей вместимостью не менее 0,3 т.

9.16. Между пробоотбирателем и проборазделочными машинами необходимо предусматривать металлический бункер с углом наклона стенок не менее  $65^{\circ}$ , разделенный на две равные части, общей вместимостью не менее:

1,5 т - перед машиной для угля крупностью до 300 мм;

1,0 т - перед машиной для угля крупностью до 150 мм.

Выходные отверстия бункеров должны перекрываться шиберами с механическими приводами, позволяющими в случае отказа прихода применять ручное управление при необходимости. Бункеры должны оборудоваться лыгами с герметическими уплотнителями.

9.17. На ГОФ при приеме исходных углей местной шахты одной шахтой выдачи необходимо устанавливать с пробоотбирателем две проборазделочные машины (основную и резервную) и бункера перед ними, не разделенные на две части, емкостью в соответствии с пунктом 9.16 настоящих норм.

9.18. Перед пробоотбирателями необходимо предусматривать удаление металла из потока опробуемого угля.

9.19. На контрольных опробовательных пунктах для исходных углей (горной массы) должны предусматриваться следующие помещения площадью:

проборазделочная - 36-40  $m^2$ ;

парядная для сменного персонала с бытовыми помещениями 14-16  $m^2$ ;

центральный пульт управления (местонахождение сменного мастера) - 12-15  $m^2$ ;

комната начальника КОП - 6-8  $m^2$ ;

арбитражная для хранения лабораторных проб - 4-6  $m^2$ ;

вспомогательные и бытовые помещения (кладовая, туалеты).

9.20. Работа оборудования КОП должна предусматриваться в автоматическом или полуавтоматическом режиме, а для наладки и ремонта - местное управление. Необходимо предусматривать световую и аварийную звуковую сигнализацию работы и остановки всех механизмов отбора, разделки проб и контроля положения шиберов.

9.21. КОП должен иметь прямую громкоговорящую связь с весовым пунктом углеприема и телефонную связь с углеприемом и диспетчером фабрики.

#### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ И ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

9.22. Отбор, подготовка проб и определение показателей качества товарной продукции фабрики с целью расчетов с потребителями должны производиться по каждой отгружаемой партии топлива.

Отбор и подготовка проб производится по ГОСТ 10742, а определение показателей качества по соответствующим государственным стандартам на методы анализа. Контроль технологического процесса и предварительный контроль качества продуктов обогащения следует предусматривать аппаратурными методами.

9.23. При отборе проб различных видов отгружаемой товарной продукции одним пробоотбираителем необходимо предусматривать для каждого вида продукции свою проборазделочную машину.

9.24. Для механизации процесса рассева проб, отобранных для определения содержания мелочи в товарных сортах, следует предусматривать механический грохот с весоизмерительной системой.

9.25. При проектировании операции отбора проб товарной продукции необходимо учитывать мероприятия, предусмотренные пунктом 9.20 настоящих норм.

9.26. Оперативный контроль качества продуктов обогащения в технологическом процессе следует предусматривать двумя способами:

путем проведения экспресс-анализов фракционного состава концентратов, промпродукта и породы для определения засорения, потерь и их соответствия нормативным показателям (контроль работы тяжелосредних сепараторов, гидроциклонов и отсадочных машин);

аппаратурными средствами контроля (контроль зольности и, в необходимых случаях, влажности продуктов обогащения).

Перечень продуктов технологического процесса, подлежащих контролю, места отбора проб, определяемые показатели качества, оборудование и приборы, которые следует предусматривать для этой цели, приведены в принципиальных схемах опробования и таблицах в приложениях 9, 10, II, I2, I3, I4, I5.

9.27. Для периодического контроля работы отдельных технологических узлов ОФ в главном корпусе необходимо предусматривать проборазделочную, а также специально оборудованные места для ручного отбора проб продуктов обогащения. Помещение для обработки проб, подготовки растворов тяжелой жидкости, проведения ситовых и фракционных анализов должно располагаться на одной

отметке с пультами управления отсадочных машин.

Проборазделочная должна иметь помещения площадью:  
накопления первичных проб и их разделки - 6-8 м<sup>2</sup>;  
производства ситового анализа - 15-18 м<sup>2</sup>;  
производства фракционного и экспресс-анализа - 35-40 м<sup>2</sup>;  
сушильную - 6-8 м<sup>2</sup>;  
хранения инвентаря - 8-10 м<sup>2</sup>;  
для работников, занятых на опробовании и разделке проб,  
и нарядной - 16-20 м<sup>2</sup>;  
сменного мастера ОТК - 6-8 м<sup>2</sup>.

9.28. Для проведения экспресс-анализов продуктов обогащения следует предусматривать отдельное помещение (либо выгороженную площадку) площадью 8-12 м<sup>2</sup>, которое следует располагать вблизи отсадочных машин и тяжелосредних сепараторов.

9.29. Для определения качества отгружаемых продуктов обогащения в здании погрузки необходимо предусматривать проборазделочную, которая должна иметь помещения площадью:

разделки проб и определения содержания мелочи в сортовых углях (только для ОФ. отгружающих сорта) - 20-25 м<sup>2</sup>;  
арбитражную - 4-6 м<sup>2</sup>;  
хранения инвентаря - 6-8 м<sup>2</sup>;  
для работников, занятых на опробовании и разделке проб -  
- 8-10 м<sup>2</sup>;  
для мастера ОТК - 10-12 м<sup>2</sup>.

9.30. В проектах должна предусматриваться механизация работ по приему и складированию химических веществ для приготовления тяжелых растворов и их транспортировки к местам потребления.

Емкость для приема на фабрику жидких растворов химических веществ должна быть вместимостью не менее 50 м<sup>3</sup> из условия доставки в железнодорожных цистернах.

9.31. Насосы, резервуары, арматура и трубопроводы для химических веществ должны выбираться с учетом агрессивности раствора.

9.32. Для приготовления тяжелой жидкости из раствора низкой плотности в главном корпусе следует предусматривать:

бак для приема раствора вместимостью  $5 \text{ м}^3$ ;

бак-выпариватель с электронагревательным прибором, установленный в незврываоопасном помещении вместимостью  $1.5 \text{ м}^3$ ;

расходный бак для охлаждения и хранения концентрированного раствора вместимостью  $1.5 \text{ м}^3$ .

Для приготовления тяжелой жидкости из кристаллического вещества дополнительно необходимо предусматривать мешалки.

9.33. От баков выпаривателя и расходного необходимо предусматривать отвод паров в атмосферу.

9.34. Технологическое оборудование для приготовления тяжелой жидкости необходимо размещать в главном корпусе в отдельном помещении, которое должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечено подводом холодной и теплой воды и промышленной канализацией.

### ХИМЛАБОРАТОРИЯ

9.35. На обогатительных фабриках следует предусматривать химлабораторию для определения всех необходимых показателей качества исходного угля (горной массы) и продуктов обогащения.

9.36. Химлабораторию, как правило, следует располагать в отдельно стоящем здании или в административном здании на первом этаже, в отдалении от дорог с интенсивным движением, а также зданий и сооружений, которые являются источником вибрации. Окна помещений весовой и калориметрической, как правило, должны быть расположены на север.

9.37. Химлаборатория должна иметь помещения площадью до:

комната приема проб -  $9 \text{ м}^2$ ;

кладовая проб (арбитражная) -  $9 \text{ м}^2$ ;

проборазделочная -  $42 \text{ м}^2$ ;

аналитическая угля, совмещенная с серной комнатой -  $42 \text{ м}^2$ .

комната для спеканализов (определение пластометрических показателей для коксующихся углей, выхода бензольного экстракта для бурых углей, определение содержания двуокиси углерода карбонатов, качества воды и др.) - 36 м<sup>2</sup>.

калориметрическая - 24 м<sup>2</sup>,

весовая - 24 м<sup>2</sup>.

мушельная - 36 м<sup>2</sup>.

кубово-моечная - 18 м<sup>2</sup>.

кладовая химреактивов - 12 м<sup>2</sup>.

кладовая посуды - 12 м<sup>2</sup>.

кабинет заведующего химлабораторией - 18 м<sup>2</sup>.

блок бытовых помещений - 36 м<sup>2</sup>.

комната приема пиши - 18 м<sup>2</sup>.

электропункт )площадь уточняется

венткамеры проектом.

Набор основного оборудования химлаборатории следует принимать по перечню, помещенному в приложении 18.

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ

9.38. Для контроля и учета количества поступающего на фабрику исходного угля должны применяться:

вагонные весы при поступлении угля в железнодорожных вагонах, автомобильные весы при доставке угля автотранспортом, конвейерные весы при конвейерном транспорте угля.

9.39. Для взвешивания отгружаемых (товарных) продуктов на каждом погрузочном пути должны предусматриваться вагонные весы. Для взвешивания концентрата, отгружаемого на собственные нужды, следует предусматривать автомобильные весы. Для учета количества продуктов обогащения фабрики или привозных углей, используемых в качестве топлива для сушки и котельной, следует предусматривать конвейерные весы. Для учета количества выпускаемой отвальной породы и периодического контроля загрузки агтосамосвалов, вывозящих отходы в ствал, следует предусматривать

автомобильные и контейнерные весы и счетчики автомашин. Для учета количества общей нагрузки на фабрику, сушку и другие технологические узлы и выходов отдельных продуктов обогащения следует предусматривать контейнерные весы.

9.40. Для контроля расхода поступающей на флотацию пульпы, а также расхода реагентов следует применять комплексную аппаратуру автоматизации флотофильтровальных отделений, предусмотренную системой САРЭ.

### КОМПОНОВОЧНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

9.41. Подачу отбираемых проб в проборазделочную машину и удаление из нее остатков проб следует, как правило, предусматривать самотечными.

9.42. Помещение или площадку проборазделочной следует размещать вблизи места отбора проб и предусматривать подвод холодной и горячей воды, отвод стоков, приточно-вытяжную вентиляцию, отделку стен в местах интенсивного пылеобразования гладкой плиткой, полы в помещении разделки проб цементные, в помещении фракционных анализов - из керамической плитки.

9.43. Для химлаборатории следует предусматривать подвод холодной и горячей воды, бытового газа (при наличии), отвод стоков.

## 10. ЖЕЛОБА И ТРУБОПРОВОДЫ

### ЖЕЛОБА

10.1. Для транспортирования шлама и магнетитовых суспензий самотеком при угле наклона до  $25^{\circ}$  должны, как правило, применяться желоба, при больших углах - трубопроводы. Применение трубопроводов при угле наклона до  $25^{\circ}$  допускается при отсутствии иных компоновочных решений или если такой участок является частью общей трассы трубопровода.

10.2. Желоба для угля, продуктов обогащения и породы следует выполнять, как правило, прямоугольного сечения, для магнетитовых суспензий - трапецидального. В местах загрузки ленточных конвейеров предпочтительным сечением является полукруглое, до-

пускается также применение желобов трапецидального сечения с закругленными за счет конструкции желоба или его футеровки нижними углами.

ж 10.3. Размеры сечений желобов для транспортирования материалов без воды следует принимать по их пропускной способности, указанной в табл. 10.1, либо по кусковатости материала (см. ниже).

Указанные в табл. 10.1 размеры сечений желобов соответствуют углам их наклона, приведенным в табл. 10.4 ... 10.10.

Таблица 10.1

Пропускная способность, т/ч

Размеры сечения: (ширина x высоту)	500 400	600 500	700 550	800 600	1000 800	1200 800	1400 1000
мм							
I	2	3	4	5	6	7	8
I. Для углей и антрацитов:							
I.1. сортонных +13 (+6) мм и выше и пром- продукта +13 мм	I20	I50	200	250	450	550	750
I.2. рядовых (горной массы)	-	-	270	400	700	850	I250
I.3. концентрата 0-100(0-200)мм и промпродукта 0-13 мм	-	-	240	360	630	760	II20
I.4. мелочи 0-6 и 0-13 мм	200	280	370	550	900	-	-
2. для отходов	I75	220	315	405	780	II100	-

Примечание.

Размеры сечений желобов в табл. 10.1 и далее даны по внутренним стенкам основных стальных листов. Для рядового угля и породы, содержащих куски 100 мм, размеры сечения желобов следует прини-

матер не менее 700x500 мм, при круности 200 мм - не менее 800x600 мм, а 300 мм - не менее 1000x800 мм. Для мелких материалов высокой влажности (10 ... 20%) размеры сечения желобов следует принимать не менее 600x500 мм. Для материала, получаемого от скребка для очистки рабочей поверхности ленты у головного барабана ленточного конвейера, размеры сечения желоба должны быть не менее 500x400 мм. Размеры сечения желобов при транспортировке водой следует выбирать по табл. IO.2 в зависимости от угла наклона, пропускной способности желоба, класса угля и концентратов и отношения Т:Ж. Размеры сечения желобов для магнетитовых суспензий следует выбирать по табл. IO.3 в зависимости от пропускной способности.

Таблица IO.3

Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	Размеры, мм		
	ширина по верху	ширина по низу	высота
200	400	200	380
400	550	250	570
600	670	300	700
800	770	350	800

10.4. Воронки для сбора магнетитовых суспензий от грохотов должны быть пирамидальной формы с горловиной внизу сечением 600x600 мм.

10.5. Лотки для уборки просыпи с нижней ветви ленты конвейера следует проектировать в соответствии с разделом "Комплекс обессыпивания" "Временных норм технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт, разрезов и обогатительных фабрик" ВНП 4-92.

\* 10.6. Углы наклона желобов следует принимать:

для антрацитов и их концентратов - по табл. IO.4;

для углей марок Г и Д и их концентратов - по табл. IO.5;

для углей марок К, ОС и Ж и их концентратов - по табл. IO.6;

для остальных продуктов обогащения - по табл. IO.7.

для бурых углей и их продуктов обогащения - по табл. I0.8;  
для магнетитовой суспензии - по табл. I0.9;  
для продуктов обогащения в смеси с магнетитовой суспензией после  
тяжелосредних гидроциклонов - по табл. I0.10.

Следует принимать:

минимальные углы наклона желобов для транспортирования водой  
углей и продуктов обогащения - по табл. I0.11;

минимальные углы наклона и уклоны желобов, каналов, трубопрово-  
дов для транспортирования шламовых вод и вод, полученных от  
многих перекрытий, полов, стен и т.п. - по табл. I0.12.

Для углей марок ДГ, ГМ, ГЖ, КО, КСН, КС, СС значения  
показателей принимаются по рекомендациям научно-исследователь-  
ских институтов.

ж 10.7. При выборе трассы желобов для транспортирования мате-  
риалов, содержащих крупные куски, или сортовых материалов следует  
избегать или сводить к минимуму вертикальные перепады.

ж 10.8. Закрытые желоба следует применять для транспортиро-  
вания материалов, выделяющих пыль и пары в атмосферу производ-  
ственных помещений, а также для магнетитовых суспензий. Закрытые  
желоба должны выполняться, как правило, со съемной или откидной  
крышкой, уплотненной прокладкой из резиновых пластин по ГОСТ  
7338 толщиной 3 мм. С несъемной крышкой могут выполняться желоба  
для транспортировки потоков незначительной величины, например,  
желоба для проб или просыпи от лент. На закрытых желобах с несъем-  
ной крышкой в местах перепадов и изменения движения материала,  
а также на прямолинейных участках не реже чем через 5 м должны  
устанавливаться смотровые люки.

10.9. Диффузоры и распределительные устройства следует  
проектировать в соответствии с "Рекомендациями по применению и  
расчету распределительных устройств для равномерной подачи гидро-  
смеси в отсадочные машины и на обезвоживающие грохота" (УкрНИИ-  
углеобогащение, 1978 г.).

## Пропускная способность желоба, т/ч

Таблица 10.2

Класс угля и концентратов, мм	Отношение T : x	Размеры сечения (ширина на высоту), мм											
		500 x 400						500 x 500					
		Угол наклона, градусов						Угол наклона, градусов					
		для концентратов	для угля и концентратов	для концентратов	для угля и концентратов	для концентратов	для угля и концентратов	для концентратов	для угля и концентратов	для концентратов	для угля и концентратов	для концентратов	для угля и концентратов
		3	5	8	10	12	15	3	5	8	10	12	15
	I : 1,5	-	160	200	230	250	280	170	220	280	310	330	380
	I : 2	-	150	190	210	230	260	160	210	260	290	320	360
	I : 2,5	110	150	190	210	230	260	160	200	260	290	320	360
0-13	I : 3	110	140	180	190	220	240	150	190	240	270	300	330
	I : 4	100	130	160	180	200	220	140	180	220	240	270	290
	I : 5	140	180	220	250	270	310	190	240	300	350	380	420
	I : 6	120	160	210	230	250	280	170	220	280	310	340	380

Продолжение табл. 10.2

Класс уг- ля и концентра- та, мм	Отноше- ние T : M	Размеры сечения (ширина на высоту), мм											
		500 x 600						600 x 700					
		Угол наклона, градусов			Угол наклона, градусов			для концен- тра- та			для углек и концентра- та		
		3	5	8	10	12	15	3	5	8	10	12	15
	I : 2	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-13	I : 1,5	-	280	360	400	440	500	260	330	420	470	510	580
	I : 2	-	260	330	370	410	500	240	310	390	440	480	540
	I : 2,5	200	260	330	370	400	460	240	300	390	430	470	530
	I : 3	190	240	310	340	380	430	220	230	360	400	440	500
	I : 4	170	230	290	320	360	400	210	270	340	380	410	460
	I : 5	240	310	390	430	580	650	370	480	610	690	750	840
	I : 6	220	280	350	400	480	490	340	440	560	630	690	770

Продолжение табл. 10.2

Класс угля, мм	Отноше- ние T : K	Размеры сечения (ширина на высоту), мм											
		600 x 800						700 x 1000					
		Угол наклона, градусов						Угол наклона, градусов					
		для концентраты	для угля и концентраты	для концентраты	для угля и концентраты	для концентраты	для угля и концентраты	для концентраты	для угля и концентраты	для концентраты	для угля и концентраты	для концентраты	для угля и концентраты
		3	5	8	10	12	15	3	5	8	10	12	15
	I : I,5	-	360	460	510	560	630	-	660	840	940	I030	II60
	I : 2	-	340	430	480	530	590	-	620	790	880	970	I040
	I : 2,5	260	330	420	470	520	580	470	610	780	870	950	I070
0-I3	I : 3	240	310	400	440	490	550	440	570	730	810	890	I000
	I : 4	230	290	370	410	450	510	410	530	680	760	830	930
	I : 5	440	570	730	810	890	I000	780	940	II90	I330	I460	I640
	I : 6	410	530	670	750	820	920	670	860	I090	I220	I340	I500

Продолжение табл. 10.2

Класс угля и концен- транта. мм	Отношение T : K	Размеры сечения (ширина на высоту), мм										
		700 x 1200										
		Угол наклона, градусов										
		для концентрата					для угля и концентрата					
		3	5	8	10	12	15					
0 - I3	I : 1,5	-	880	1120	1260	1380	1550					
	I : 2	-	830	1050	1180	1290	1450					
	I : 2,5	630	820	1030	1160	1270	1430					
	I : 3	590	760	970	1090	1190	1340					
	I : 4	550	710	900	1010	1110	1250					
	I : 5	930	1200	1520	1700	1860	2100					
	I : 6	850	1090	1390	1550	1700	1910					

Продолжение табл. 10.2

Класс угля и концен- транта, мм	Отношение T : d	Размеры сечения (ширина на высоту), мм												
		500 x 400						500 x 500						
		Угол наклона, градусов						Угол наклона, градусов						
для концен- транта		для угля и концентрата				для концентрата				для угля и концентрата				
3		5	8	10	12	15	3	5	8	10	12	15		
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
13-100	I : 1,5	-	-	170	190	210	240	-	-	230	260	290	320	
	I : 2	-	-	160	190	200	230	-	-	220	250	280	310	
	I : 2,5	100	130	160	180	200	220	130	170	220	240	270	300	
	I : 3	90	120	150	160	180	200	120	160	200	230	250	280	
	I : 4	80	110	140	150	170	180	110	150	190	210	230	260	
	I : 5	120	150	190	210	240	270	160	210	260	290	320	360	
	I : 6	110	140	180	200	220	250	150	190	240	270	300	330	

Продолжение табл. 10.2

Класс угля и концен- транта, мм	Отношение T : M	Размеры сечения (ширина на высоту), мм									
		500 x 500					Угол наклона, градусов				
		для концентрата					для угля и концентрата				
		3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
I3-I100	I : 1,5	-	-	-	-	300	340	370	410	440	470
	I : 2	-	-	-	-	280	320	350	400	430	460
	I : 2,5	I70	I70	220	220	280	310	340	390	420	450
	I : 3	I60	I60	200	200	250	290	320	350	380	410
	I : 4	I50	I50	190	190	240	270	300	330	360	390
	I : 5	200	200	260	260	330	370	410	460	490	520
	I : 6	I90	I90	250	250	310	350	390	430	470	500

Продолжение табл. 10.2

Класс угля и концен- транта, мм	Отношение T : d	Размеры сечения (ширина на высоту), мм												
		500 x 600					Угол наклона, градусов							
		для концентрата		для угля и концентрата			для концентрата		для угля и концентрата					
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
II-100	I : 1,5	-	-	-	-	-	300	340	370	410	440	470	500	
	I : 2	-	-	-	-	-	220	260	290	320	350	380	400	
	I : 2,5	I70	170	220	230	240	280	310	340	370	390	410	430	
	I : 3	I60	160	200	220	240	250	290	320	350	370	390	410	
	I : 4	I50	150	190	210	230	240	270	300	330	350	370	390	
	I : 5	200	200	260	280	300	330	370	410	440	460	480	500	
	I : 6	I90	190	250	270	290	310	350	390	420	440	460	480	

Таблица 10.4

Класс, мм	Углы наклона, градусы, при влажности	
	до 7%	более 7%
API прямой	38-42	40-45
API 0-100	40-42	42-45
AT + 100	23-27	-
AK 50-100	25-28	-
AK 25-100	25-30	-
AO 25-50	27-32	-
AM 18-25	30-25	35-40
AC 6-13	35-40	40-45
A3 3-6	42-45	45-50
AM 0-6	50-55	55-60
AM 0-3	65-70	70-75
ACM 0-13	50-55	55-60
AMM 0-25	48-53	52-55
I-6	45-50	50-55
ЧМВ 0-1 мм	70-75	75-80
18	30-35	35-40
плоскушка 13-25	40-45	45-50
плоскушка 25-50	40-45	45-50

Таблица 10.5

Класс, мм	Углы наклона, градусы, при влажности	
	до 7%	более 7%
ручного	41-45	45-50
0-100	45-50	47-52
100	25-30	25-30
25	25-30	30-35
50-100	25-30	25-30
25-50	30-35	35-40
I3-25	35-40	40-45
0-I3	50-55	55-60
0-6	55-60	60-65
шнек 0-I	75-80	80-85
0-25	50-55	55-60
I3	35-40	40-45

Таблица 10.6

Класс, мм	Углы наклона, градусы, при влажности	
	до 7%	более 7%
ручного	45-50	40-55
0-100	45-50	50-55
100	30-35	30-35
25	40-45	45-50
I3/I0/	40-45	45-50
0-25	50-55	55-60
0-I3 /I0/	50-55	55-60
шнек 0-I	75-80	80-85

Классы, мм.	Углы наклона, градусы	
	1	2
Промпродукт > 13		45 - 50
-"- 0-13 при влажности до 23%		55 - 60
-"- 0-13 после элеваторов		40 - 45
-"- 0-100		50 - 55
Промпродукт > 100		30 - 35
-"- 25		35 - 40
-"- 13		40 - 45
Отходы: 0-13 при влажности до 23%		60 - 65
0-13 после элеваторов		42 - 46
-"- 0-100		55 - 60
-"- 13		45 - 50
-"- 25		42 - 47
Флотоконцентрат 0-0,5		65 - 80
Шлам 0,5-1		70 - 80
Шлам: 0 - 0,5 /I/		75 - 90
Обезвоженные отходы флотации		75 - 90
0 - 0,5		
(после фильтр-прессов)		
Шлак и зола при сухом шлакоудалении		60 - 65
Шлам и зола при шлакоудалении через водяную банку		62 - 67

Таблица 10.8

Класс, мм	Угол наклона, градусы	
	1	2
I	1	2
0-200 рудовой		70
50-100		60
25-50		60
0-50		60
0-25		70
0-13		75
0-200 (обогащены)		70

Таблица 10.9

Наименование и назначение узлов	Углы наклона, градусы			
	для конди- шонной сuspензии	для несо- диняющей сuspензии	для магнит- того конден- сатора	1
I	2	3	4	
Шлоба и трубопроводы для коксую- щихся углей	13-15	10-12	20-22	
для антра- цитов	15-17	13-15		
Воронки под греботами	первая стенка по ходу мате- риала	35 (47-49) <sup>x</sup>	19 (20) <sup>x</sup>	-
	вторая стенка по ходу мате- риала	40 (65-68) <sup>x</sup>	38 (45-48) <sup>x</sup>	
	боковые стенки	(41-42) <sup>x</sup>	(47-50) <sup>x</sup>	

Примечания. 1. В таблицах указаны углы наклона ребер к горизонтальной плоскости. Звездочкой <sup>x</sup> отмечены углы наклона стенок (граней) городок.

2. При содержании глинистых включений углы наклона следует увеличивать на 5 + 10°.

Таблица 10.I0

Наименование продуктов	Отношение Т : Х	Угол наклона, градусы
Концентрат	от I:3 до I:4	не менее 13
Промпродукт	от I:3 до I:4	не менее 15
Отходы	от I:I,5 до I:2	не менее 20

Таблица 10.II

Наименование транспортируемых продуктов	Отношение Т:Х	Угол наклона, (минимальный), градус	
	I	2	3
Уголь на обогатительные машины			
+ 25 мм	I : 2, I:3	10	
+ 13 мм	I : 1,5	8	
	I : 2	7	
0-100 мм	I : 2	8	
	I : 2,5	7	
0-25 мм	I : 1,5	7	
	I : 2	6	
0-13 мм	I : 1,5	7	
	I : 2	6	

I 1 2 1 3

Концентрат от обогатительных машин

+ 25 мм	от I : 4 до I:6	5
+ 13 мм	то же	3
0 - 100 мм	-"-	4
0 - 25 мм	-"-	3
0 - 13 мм	-"-	3

Промпродукт, перемычочный продукт

+ 13 мм	от I:2 до I:3	10
0-100 мм	то же	8
0-13 мм	-"-	7

Таблица II.12

Наименование водяного потока	Отношение T:K	Минимальный угол наклона	Минимальный уклон
I	2	3	4
Слив первичных сборников, фагер-зумпфов, гидроциклонов	от I : 5 до I : 25	1°10'	0,02
Первичный стущенный угольный шлам	I : I I : 4	12° 5° x/	-
Вторичный стущенный угольный шлам	I : I I : 5	10-12° 4° x/	-
Флотоконцентрат	от I:2,5 до I : 3	4° x/	-
Центрифугат концентрата	до I : 10	2°30'	-

	1	2	3	4
Центрифугат промпродукта	до 1:10	3°30'	-	
Отходы флотации	1:20	1°10'	0,02	
Сгущенные отходы	1:3	2°30'	-	
Флотации	1:1	10°	-	
Капельные воды	-	0°50'	0,015	
Просыпь ленточных конвейеров	-	1°10'	0,02	
Техническая вода, блюто-реагенты, рабочий раствор флокулянта, раствор хлористого цинка	-	-	-	0,005

х/ Для антрацитовых шламов и флотоконцентратов углы наклона следует принимать на 2° большие.

10.10. В местах перепада крупного материала следует предусматривать карманы для накопления подушки из транспортируемого материала или резиновые амортизаторы.

10.11. В местах выхода из воронок магнетитовых суспензий, поворота и слияния желобов, перехода от желобов к трубопроводам для уменьшения износа следует устанавливать стаканы. Дно желобов должно быть на 200 + 300 мм выше дна стакана. В местах подвода желобов и трубопроводов к сборникам суспензии должны устанавливаться приемные стаканы.

10.12. Желоба следует разделять на секции длиной 2,5 + 3 м, которые, как правило, следует соединять сваркой. Фланцы должны предусматриваться только в местах примыкания к оборудованию или в случае необходимости частого демонтажа секций при эксплуатации; стыки следует уплотнять прокладками из резиновых пластин по ГОСТ 7338 толщиной 3 мм.

ж 10.13. Желоба должны выполняться из стали СтЭкИ2 по ГОСТ 380. Толщины листов желобов, кроме желобов для магнетитовой суспензии, указаны в табл. 10.13.

Толщины листов желобов для магнетитовой суспензии следует принимать 6 мм, воронок - 8 мм.

Таблица 10.13  
(в мм)

Ширина желоба	до 550	св. 550 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000 до 1200	св. 1200 до 1400
Высота желоба	до 450	св. 450 до 600	св. 600 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000
Желоб	стенка	6	6	8	10
	днище	6	8	10	12
	крышка	3	3	4	4
Футеровка	стенка	4	6	8	10
стальными листами	днище	6	8	10	12

ж 10.14. Все желоба, как правило, должны футероваться.

Применение желобов без футеровки допускается при потоках незначительной величины и малых сечениях (например, желобов для проб или просыпей от лент), а также на вертикальных участках. Днища желобов должны футероваться полностью. Стенки желобов для транспортирования без воды на 0,7 высоты. Стенки желобов для транспортирования водой, в том числе для магнетитовых суспензий - на всю высоту. В футерованных желобах шириной 1000 мм и более углы днища должны заоткашиваться. Футеровать, как правило, следует плиткой, прессованной из шлакоситалла 300x250x15 мм по ГОСТ 19246 на замазке из портландцемента марки 600-32%, песка - 64%, кирпичного стекла - 4% (по массе). Плитка должна укладываться на днище и стенки желоба на сетку № 35-2 по ГОСТ 5336, приваренную проволокой диаметром 6 мм к днищу и стенкам желоба. Желоба, расположенные в местах, недоступных для футеровки плитками, закрытие, оборудованные вибраторами и предназначенные для породы класса +13 мм, следует футеровать стальными листами. Днище спиральных желобов при угле подъема внешней дуги  $15^{\circ}$  и менее следует футеровать бетоном марки М-200 толщиной 15 мм по сетке, при угле более  $15^{\circ}$  - стальными листами. Стенки спиральных желобов, как пра-

виле, должны футероваться плитками, при радиусах поворота менее 500 мм - стальными листами из листовой стали Ст3кп2 толщиной, указанной в табл. 10.13. Для желобов, транспортирующих антрацит, промпродукт, породу, стученные хвости флотации, толщины, приведенные в табл. 10.13, следует увеличивать на 2 мм. Листы футеровки должны привариваться вдоль стенок секций желобов электродуговой сваркой катетом 4 мм, длиной шва 40 мм и шагом 200 мм.

#### ТРУБОПРОВОДЫ

10.15. Трубопроводы следует проектировать без перегибов под прямым углом (применять отводы).

ж 10.16. Для каждого насоса, перекачивающего магнетитовые суспензии, шламовые воды с содержанием твердого более 100 г/л и другие абразивные пульпы, следует предусматривать отдельный напорный трубопровод.

ж 10.17. Трубопроводы должны выполняться, как правило, при  $P_u \leq 2.5$  МПа из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704 (допускается применение стальных бесшовных труб по ГОСТ 8734 и ГОСТ 8732) при  $D_u \leq 50$  мм и  $P_u \leq 1.0$  МПа - из труб стальных водогазопроводных обыкновенных по ГОСТ 3262. Трубопроводы и их фасонные части, используемые для подачи концентрированного раствора хлора из бака-выпаривателя в расходный бак и из него к местам расслоения, должны выполняться из не подверженных коррозии материалов. Проектировать стеклянные трубопроводы следует в соответствии с "Рекомендациями по проектированию технологических трубопроводов из стеклянных труб" СН 437-81 (ВНИПИ-легпроммонтаж, 1981 г.). Допускается применение электросварных труб из нержавеющей стали по ГОСТ 11068.

ж 10.18. Размеры стальных электросварных и бесшовных труб принимать по табл. 10.14.

10.19. Трубопроводы для транспортирования тонких шламов должны иметь условный проход не менее 150 мм.

Таблица 10.14

(в мм)

Проход услов- ный, Ду	Наружный диаметр трубн	Толщина стенки трубн		
		все трубопроводы, ! кроме указанных в графе 4	трубопроводы для магнетитовых сус- пензий, отходов флотации, промшро- дукта и шлама	4
I	2	3	4	
15	18	3	-	
20	25	3	-	
25	32	3,5	-	
32	38	4	-	
40	45	4	-	
50	57	3,5	6	
65	76	4	6	
80	89	4,5	8	
100	108	4	I0	
125	138	4	I0	
150	159	4,5	I2	
200	219	7	I2	
250	273	7	I4	
300	325	9	I4	
350	377	9	I4	
400	426	9	I4	
450	478	9	I4	
500	530	9	I4	
600	630	9	I4	
700	720	9	I4	
800	820	9	I4	

10.20. Соединения труб следует предусматривать, как правило, сварными встык. Фланцевые принимать только для мест примыкания к арматуре и аппаратуре. Уплотнения - прокладками из резиновых пластин по ГОСТ 7338 толщиной 3 мм.

10.21. В местах поворота трубопроводов при  $D_u = 40 + 600$  мм должны применяться крутогибнутые отводы по ГОСТ 17375, при  $D_u$  больше 600 мм - сварные отводы. При  $D_u$  меньше 40 мм трубы следует гнуть.

10.22. На трубопроводах для шламовых вод и хвостов флотации, расположенных внутри зданий, следует предусматривать ревизии у мест поворота, изменения диаметра труб, присоединения ответвлений, а также на прямых участках через 15-20 м.

10.23. Для периодически работающих шламовых трубопроводов должна предусматриваться возможность их промывки.

10.24. Выпуски из железобетонных емкостей должны оборудоваться чугунными закладными патрубками. В патрубках всасывающих трубопроводов насосов следует предусматривать сменные втулки.

ж 10.25. Для опорожнения напорных трубопроводов должны предусматриваться уклоны в сторону емкостей или насосов. При невозможности выполнения этого требования в пониженных местах следует предусматривать выпуски.

10.26. Опорожнение нагнетательных трубопроводов насосов должно осуществляться через сливные трубопроводы.

ж В местах прохода трубопроводов через стены, перекрытия и другие элементы зданий должны, как правило, устанавливаться гильзы.

ж 10.27. Воздуховоды следует соединять с вакуум-насосами и воздуходувками резинотканевыми рукавами по ГОСТ 5398.

ж 10.28. Минимальные углы наклона и уклоны трубопроводов следует принимать по табл. 10.9 и 10.12.

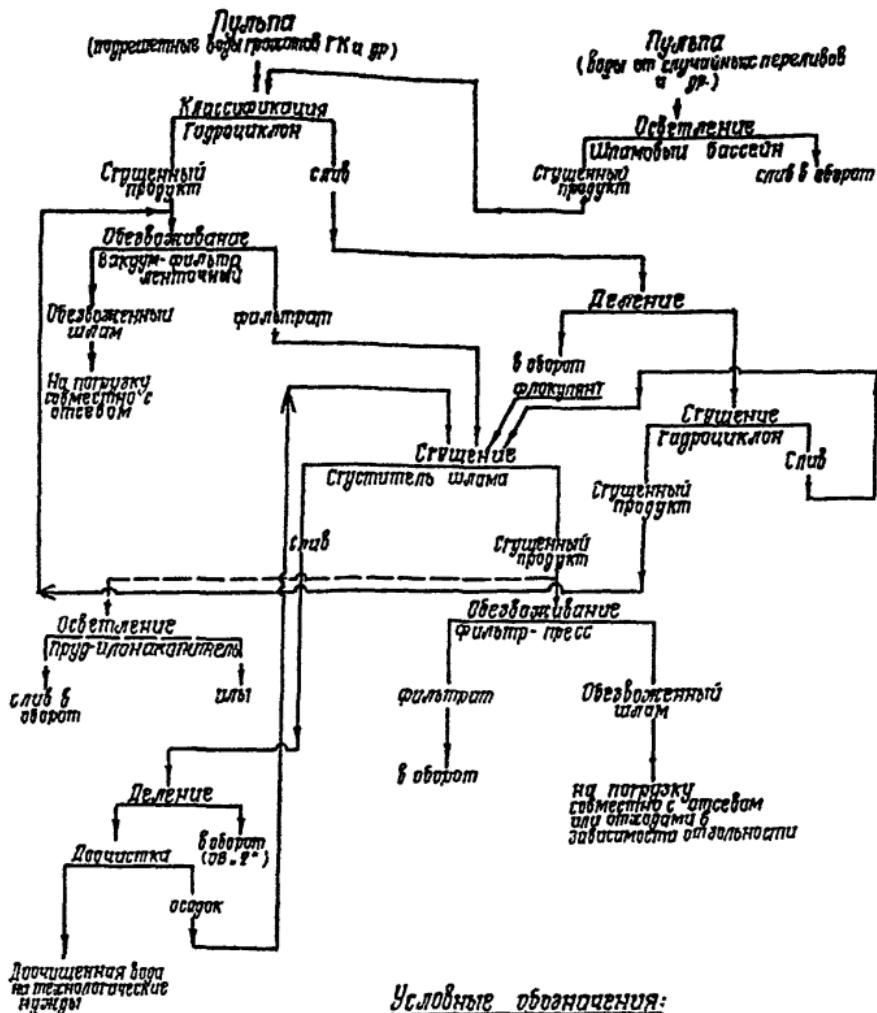
10.29. Для трубопроводов свежей и оборотно-технической воды и для воздуховодов должна применяться арматура общего назначения, для шламовой воды и флотохвостов - арматура для шлама и абразивных пульп. На напорных трубопроводах для магнетитовых суспензий арматуру устанавливать не требуется. В системах автоматического управления следует применять трубопроводную арматуру с электроприводом.

10.30. При расчете параметров трубопроводов следует руководствоваться приложением I9.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Водно-шламовая схема № 1  
для энергетических углей везея марок при глубине  
обогащения 05-25мм

## Приложение 1



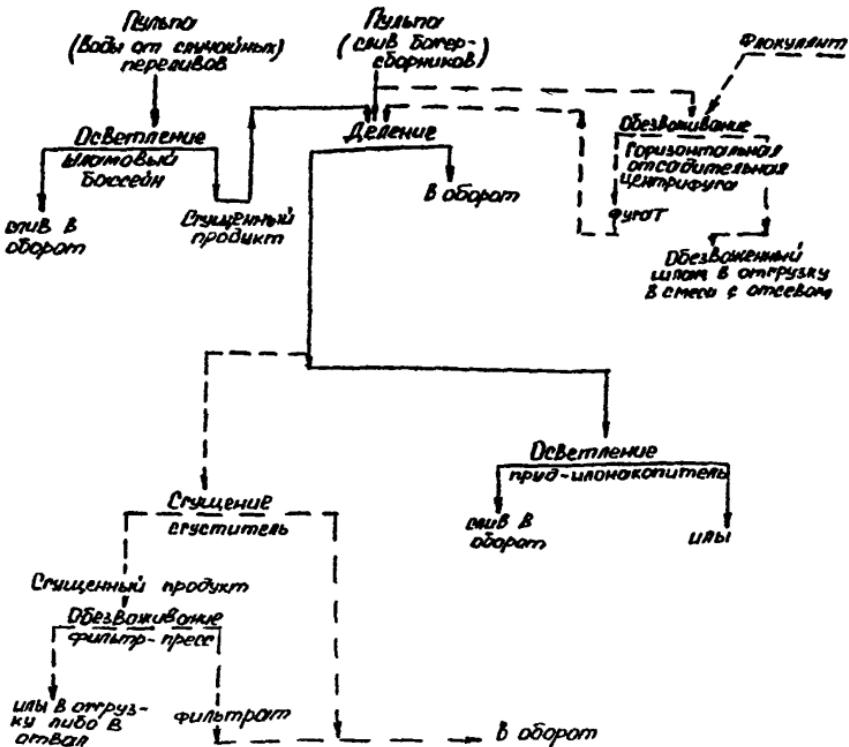
### Условные обозначения:

— *Основные потоки и процессы*  
— *Возможные потоки и процессы*

## Приложение 2

### Рекомендации

Водно-шламовая схема №1а  
для малоценных высокодозовых энергетических  
шламов при гравитационном обогащении 0,5-25мм



### Условные обозначения:

## — Основные потоки и процессы

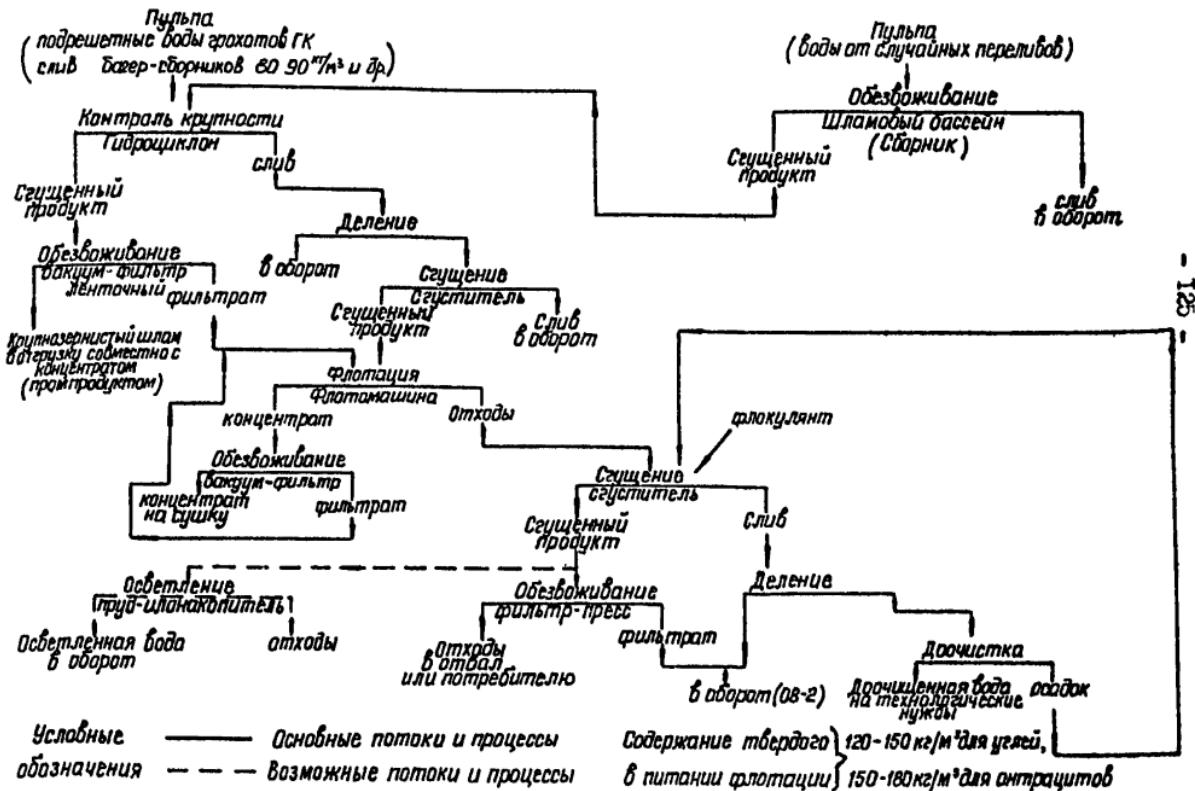
## — Возможные потоки и процессы

### Водно-шламовая схема № 2

### Приложение 3

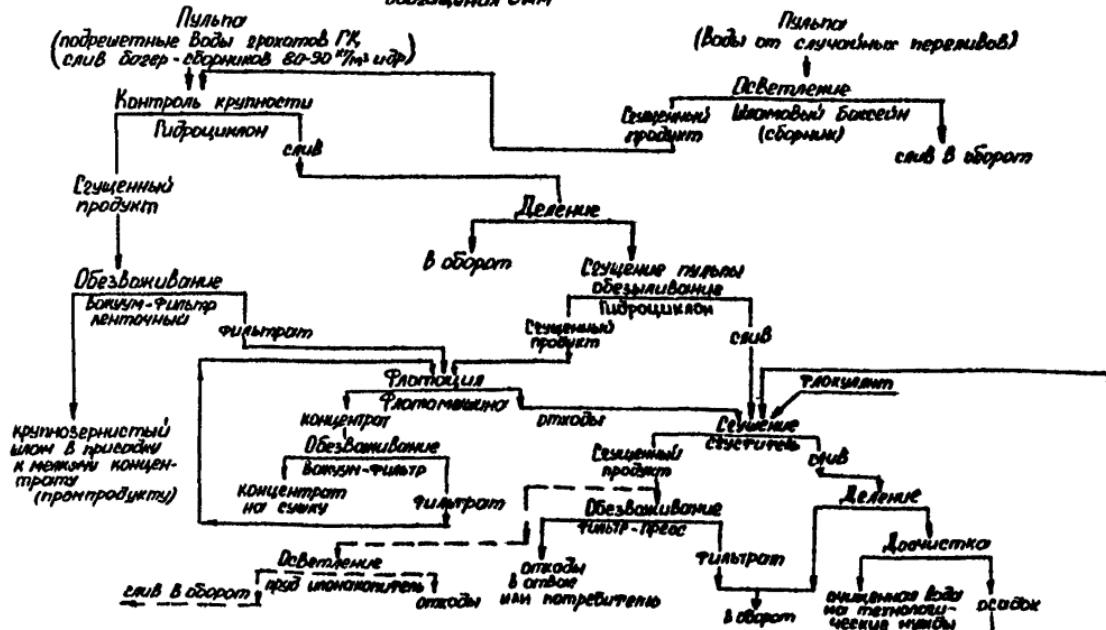
для коксующихся углей и антрацитов, с неразмокаемыми породами, при глубине обогащения 0им

### Рекомендуемое



### Водно-шлаковая схема №3

для коксующихся углей и антрацитов с неразмокаемыми породами, при замене обогащения смеси



### Червячное обозначение.

#### — Основные потоки и процессы

— — — Возможные оценки и процессы

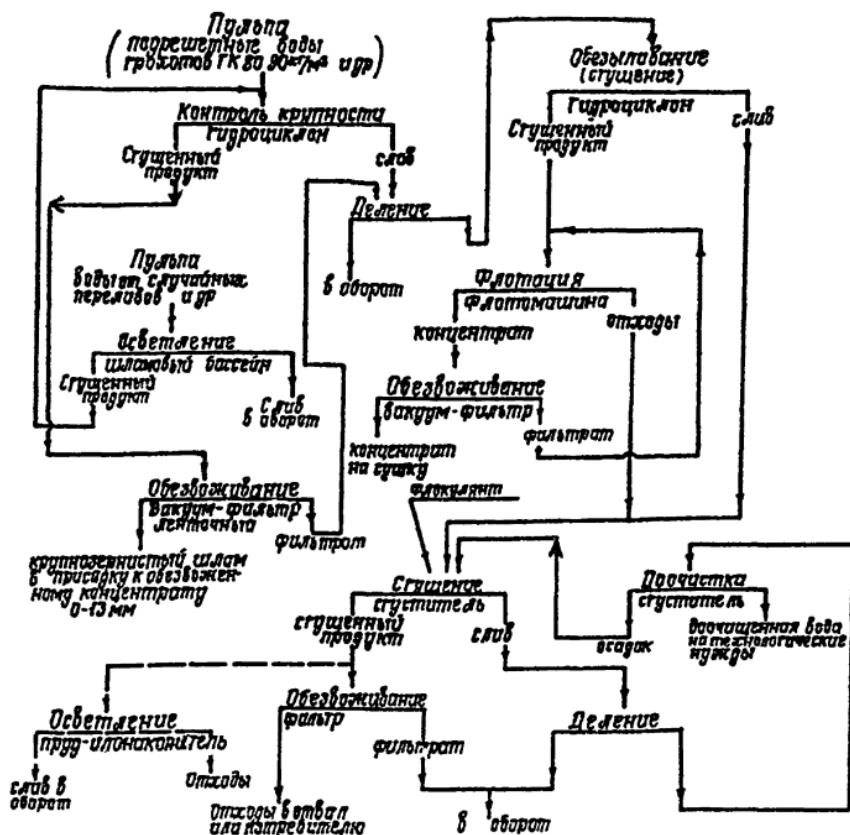
### Годеномые твердые в гипсовых формах

120-150 "m<sup>3</sup> JAR YANES

150-180  $m^3/m^3$  для симптоматов

Водно-шламовая система № 4

для углей марок Г и Д с содержанием фракций плотностью  
<1300 кг/м<sup>3</sup> до 10% с первоочередным приоритетом при губке и обогащении 0мм,  
использованной для энергетики



Содержание твердого в питании флотации 80-120 кг/м<sup>3</sup>

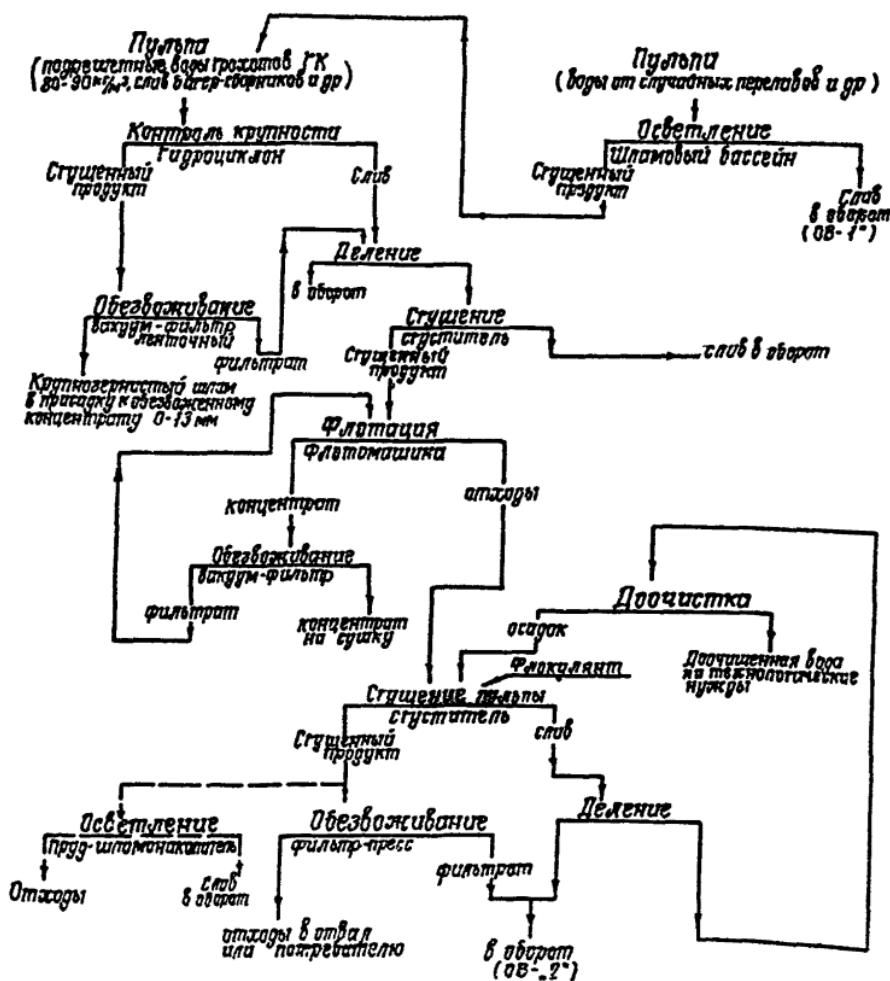
Условные обозначения:

— основные потоки и процессы

— возможные потоки и процессы

### Водно-шламовая схема № 5

## Приложение б Рекомендуемое значение доли премий для инвесторов



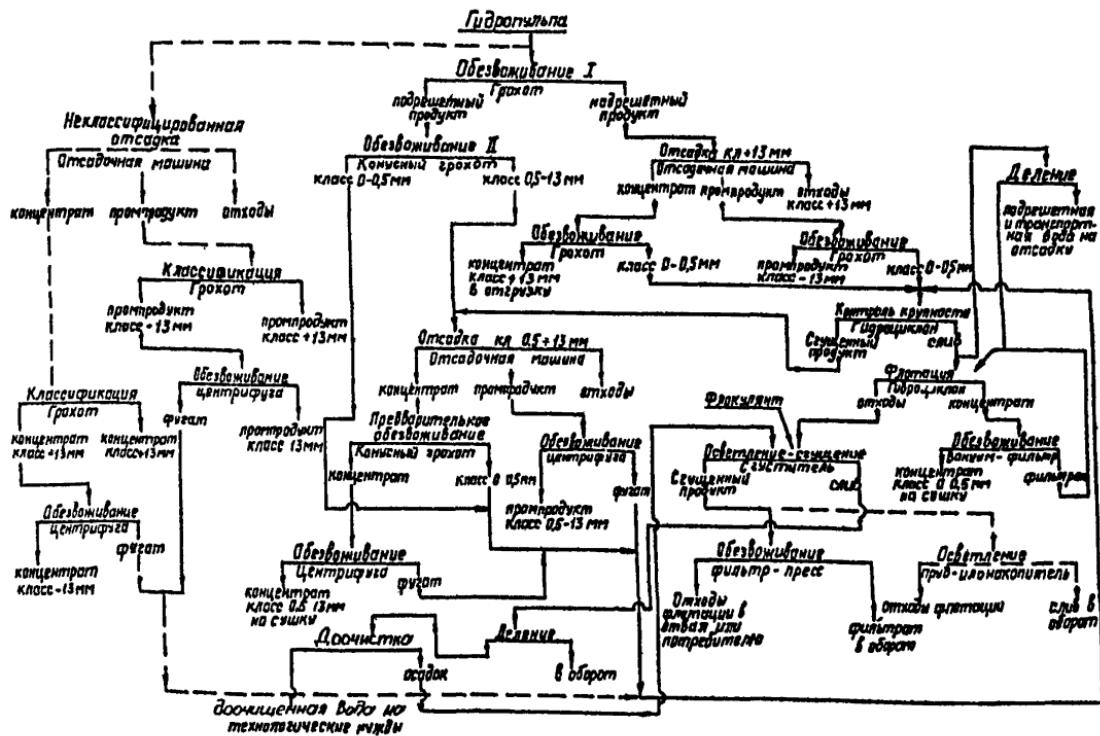
### Условные обозначения

— Основные потоки и процессы  
— Возможные потоки и процессы

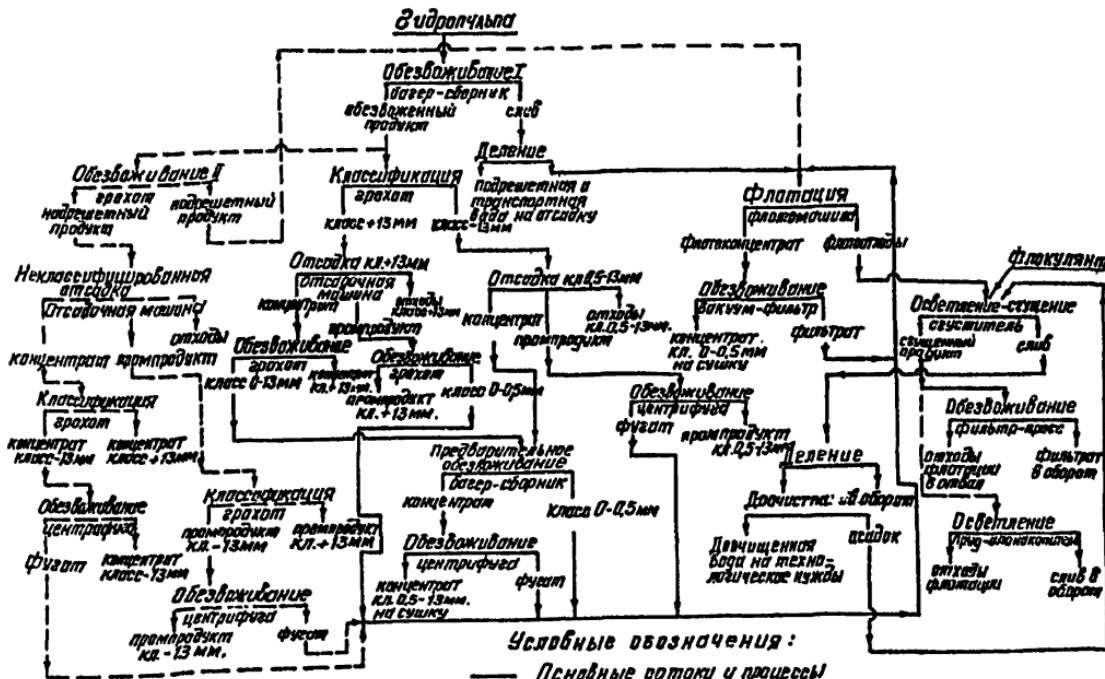
### Съседование твердого в гранули флотации 80-120 кг/м<sup>3</sup>

Водно-шламовая схема № 6 для углей, добываемых гидравлическим способом, с применением для обезвоживания гидропульпы грохотов

## Приложение 7 Рекомендуемое



Водно-шламовая схема № 6 для удаления, добываемых гидравлическим способом с применением для обезвоживания гидроочистки барабан-сборников



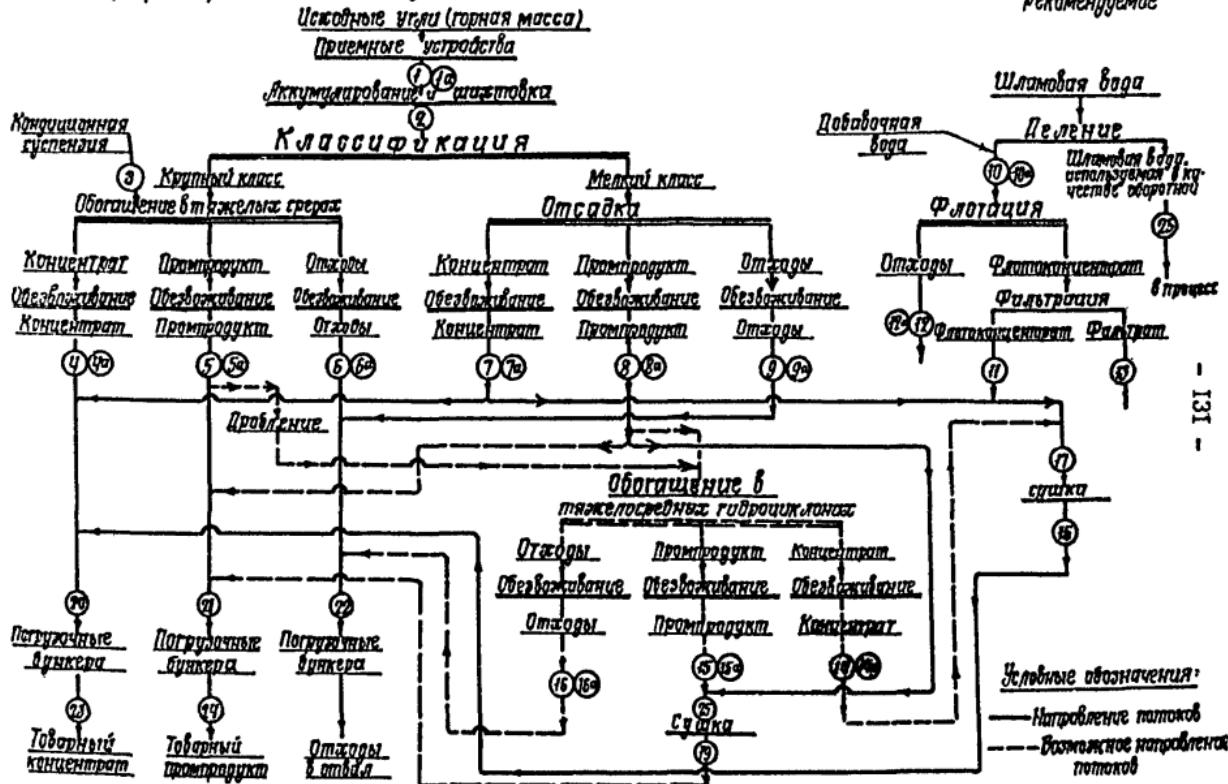
### Условные обозначения:

### — Основные потоки и процессы

### — Возможные потоки и процессы

Принципиальная схема контроля качества исходного угля и продуктов обогащения  
на фабриках, обогащающих коксующиеся угли

Приложение 9  
Рекомендуемое



Приложение 10  
Рекомендуемое

Сводная таблица параметров опробования для обогатительных фабрик,  
обогащающих коксующиеся угли

Нр пп	№ контр. точек	Контролируемый продукт	Определяемые показатели качества	Цель контроля	Периодичность опробования	Оборудование
1	2	3	4	5	6	7
I	I	Исходный уголь (горная масса), поступающий из шахт и разре- зов	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^z$ Содержание серы $S_t^d$ Содержание ми- неральных при- месей (породы) о размерами кусков 25 мм и более <sup>x/</sup>	Получение данных для коммерческих расчетов	От каждой партии по мере поступле- ния углей отдель- но по шахтам (разрезам)	Пробоотбиратель, про- разделочная машина. Механический грохот с весоизмерительной системой для рассева проб. Проборазделочная машина

<sup>x/</sup> Содержание минеральных примесей (породы) с размерами кусков 25 мм и более определяется только в тех случаях, когда оно предусматривается техническими условиями для продукции данной фабрики.

Продолжение прил.Ю

1	2	3	4	5	6	7
2	1a	Исходный уголь (горная масса), поступающий из шахт и разрезов	Ситовый и фрак- ционный состав	Прогноз качест- венно-количест- венных показа- телей обогаще- ния и осущест- вления шихтов- ки	Один раз в квартал	Механический грохот с весоизмерительной системой для рассева проб, проборазделочная машина
3	2	Шихта исходных углей (горной массы) перед классификацией	Зольность $A^d$	Оценка ожидае- мых выходов то- варной продук- ции и отходов обогащения	Непрерывно	Аппаратурные методы
4	3	Кондиционная сuspензия	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Регулировка плотности су- спензии	Непрерывно	Аппаратура регулиро- вания
5	4	Крупный кон- центрат (сепа- рации) после обезвоживания	Засорение.	Проверка ра- боты установ- ки	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную, установка для экспрес- -анализа фракционного состава

Продолжение прил.10

6	4a	Крупный концентрат (сепарации) после обезвоживания	Зольность А <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы
7	5	Крупный промпродукт (сепарации) после обезвоживания	Засорение	Проверка работы установки	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Установка для экспресс-анализа фракционного состава.
8	5a	Крупный промпродукт (сепарации) после обезвоживания	Зольность А <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы
9	6	Крупные отходы (сепарации) после обезвоживания	Засорение	Проверка работы установки	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Установка для экспресс-анализа фракционного состава

Продолжение прил.10

		1	2	3	4	5	6	7
IO	6a	Крупные отходы (се- парации) после обезвоживания	Зольность А <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и опе- ративное управ- ление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы		
II	7	Мелкий концентрат (отсалки) после обезвоживания	Засорение	Оперативное уп- равление процес- сом	Эпизодически в течение смены.	Отбор проб вруч- ную. Установка для экспресс-анализа фракционного сос- тава		
II	7a	- " -	Зольность А <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и опе- ративное управ- ление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы		
II	8	Промпродукт (от- садки) после обезвоживания	Засорение	Оперативное уп- равление про- цессом	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Установка для экспресс-анализа фракционного состава		

## Продолжение прил.10

1	2	3	4	5	6	7
I4	8а	Промпродукт (отсадки) после обезвоживания	Зольность $A^d$	Оценка качества про- дукта и оперативное управление процес- сом	Непрерывно	Аппаратурные методы
I5	9	Мелкие отходы (отсадки) после обезгоживания	Засорение	Оперативное управле- ние процессом	Эпизодически в течение сме- ны	Отбор проб вруч- ную. Установка для экспресс-ана- лиза фракционного состава
I6	9а	- " -	Зольность $A^d$	Оценка качества про- дукта и оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы
I7	10	Шлам на флота- цию перед рас- пределением по флотацион- ным машинам	Плотность пульпы, кг/м <sup>3</sup>	Оперативное управ- ление процессом	- " -	Комплектная аппа- ратура управления типа САРФ
I8	10а	Шлам на флотацию перед распреде- лением по флота- ционным машинам	Зольность $A^d$	Оценка качества про- дукта. Оперативное управление процес- сом	Ежесменно, непрерывно	Пробоотбиратель. Аппаратурные методы

## Продолжение прил.10

1	2	1	3	!	4	1	5	1	6	!	7
II	Флотокомпентрат после обезжоживания (кок)		Зольность $A^d$ Влажность $W_t^2$		Оперативное управ- ление процессом			Непрерывно		Аппаратуриные методы	
I2	Отходы флотации (жидкое)		Зольность $A^d$ Содержание твердого, г/л		Оценка качества продукта			Каждые 0,25 часа		Пробоотбираатель	
I2a	- " -		Зольность $A^d$		Оперативное управ- ление про- цессом			Непрерывно		Аппаратуриные методы	
I3	Фильтрат		Содержание твердого, г/л		Контроль работы установки			Непрерывно		Плотномер	
I4	Концентрат (сепара- ции в гидроциклонах) после обезжоживания		Засорение		Контроль работы установки			Эпизодически		Отбор проб грун- тую. Установка для экспресс-ана- лиза бракционного состава	

## Продолжение прил. 1.

		1	2	3	4	5	6	7
23.	I4 <sup>a</sup>	Концентрат (сепа- рации в гидроци- клонах) после обез- воживания	Зольность Ad	Оценка качества продукта и опера- тивное управле- ние процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы		
24.	I5	Промпродукт (се- парации в гидро- циклонах) после обезвоживания	Засорение	Контроль работы установки	Эпизодически	Отбор проб вручную. Уста- новка для экс- пресс-анализа фракционного состава		
25.	I5a	- " -	Зольность Ad	Оценка качества продукта и опера- тивное управле- ние процессом.	Непрерывно	Аппаратурные методы		
26.	I6	Отходы (сепарации в гидроциклонах) после обезвожива- ния	Засорение	Контроль работы установки	Эпизоди- чески	Отбор проб вручную. Устано- вка для экс- пресс-анализа фракцион- ного состава		

Продолжение прил. IO

		1	2	3	4	5	6	7
27.	I6a	Отходы (сепарация в гидроциклонах) после обезвоживания	Зольность $A^d$	Оценка качества продукта и оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы		
28.	I7	Концентрат, направляемый на сушку	Влажность $W_t^z$	Оперативная оценка качества продукта	Непрерывно	Аппаратурные методы		
29.	I8	Сушеный концентрат	Влажность $W_t^z$	- " -	- " -	- " -		
30.	I9	Сушеный промпродукт	Влажность $W_t^z$	Оперативное управление процессом	- " -	- " -		
31.	20	Шихта концентрата, направляемая в погрузочные бункеры	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^z$	Предварительная оценка качества продукта до бункеров	Непрерывно	Аппаратурные методы		
32.	21	Шихта промпродукта, направляемая в погрузочные бункеры	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^z$	- " -	- " -	- " -		

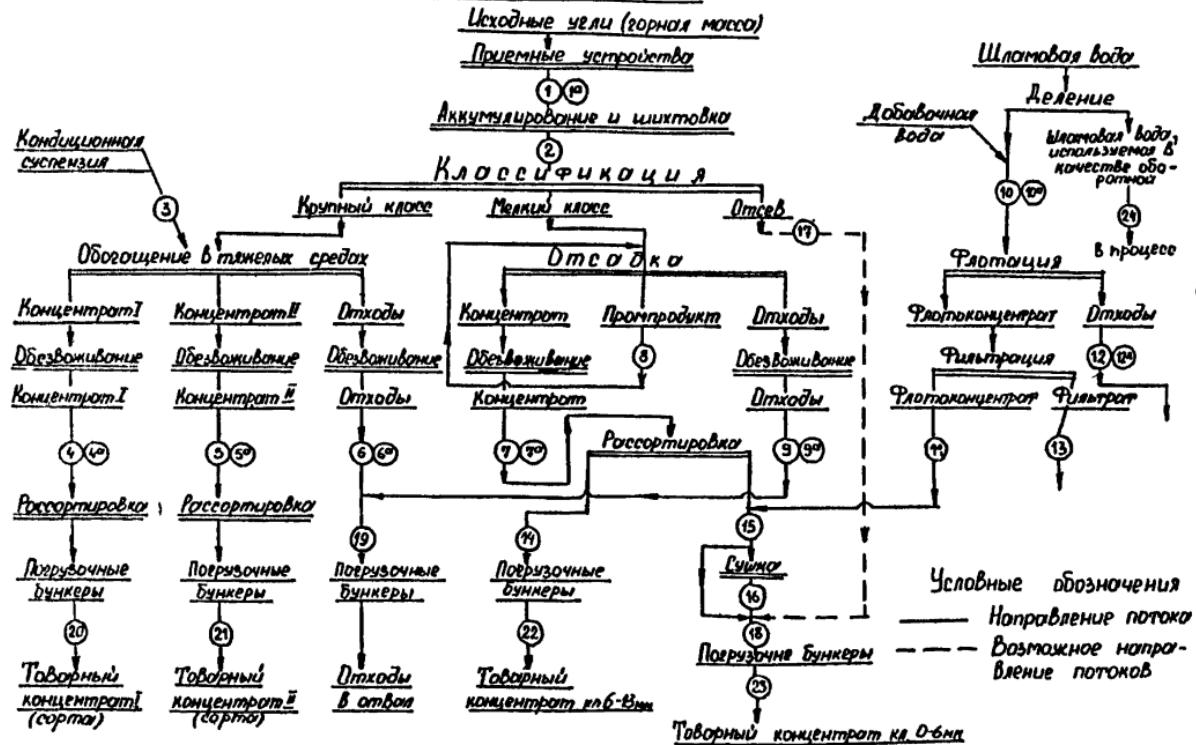
## Продолжение прил.Ю

1	2	3	4	5	6	7
33	22	Отходы, направляемые в погрузочные бункеры	Зольность $A^d$	Оперативная оценка качества продукта	Непрерывно	Аппаратурные методы
34	23	Концентрат товарный, отгружаемый потребителю	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^z$ Содержание серы $S_t^z$	Получение данных для расчета о потребителями	От каждой партии	Пробоотбиратель. Проборазделочная машина
35	24	Промпродукт товарный, отгружаемый потребителю	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^z$	Полученные данные для расчета с потребителями	От каждой партии	Пробоотбиратель. Проборазделочная машина
36	25	Шламовая вода, используемая в качестве оборотной	Содержание твердого, г/л	Оценка качества операций осаждения	Непрерывно	Плотномер
37	26	Промпродукт, направляемый на сушку	Влажность $W_t^z$	Оперативная оценка качества продукта		

Чечание: При отсутствии переобогащения промпродукта в тяжелосредных гидроциклонах контрольные точки I4, I4a, I5, I5a, I6, I6a отсутствуют.

Принципиальная схема контроля качества исходного угля и продуктов обогащения на фабриках, обогащающих энергетические угли и антрациты

Приложение 11  
Рекомендованное



Приложение I2  
Рекомендуемое

Сводная таблица параметров опробования для обогатительных фабрик, обогащающих  
энергетические угли и антрациты

№ пп	№ контр. точек	Контролируемый продукт	Определяемые показатели качества	Цель контроля	Периодичность опробования	Оборудование
1	2	3	4	5	6	7
I	I	Исходный уголь (горная масса), поступающий из шахты и разре- зов	Зольность $A_d$ Влажность $W_f$ Содержание серы $S_f$ Содержание мелочи и ми- неральных при- месей (породы) с размерами кусков 25 мм и более $x$	Получение дан- ных для коммер- ческих расчетов	От каждой пар- тии по мере по- ступления углей отдельно по шах- там (разрезам)	Пробоотбиратель. Проборазделочная машина Механический гро- ход с весоизмери- тельной системой для рассева проб. проборазделочная машина

Продолжение прил. 12

1	2	3	4	5	6	7
2	1a	Исходный уголь (горная масса), поступающий из шахты и разрезов	Ситовый и фракционный состав	Прогноз качественно-количественных показателей обогащения и осуществление шихтовки	Один раз в квартал	Механический грохот с весоизмерительной системой, проборазделочная машина
3	2	Шихта исходных углей (горной массы) перед классификацией	Зольность $A^d$	Оценка ожидаемых выходов товарной продукции и отходов обогащения	Непрерывно	Аппаратурные методы
4	3	Концентрированная суспензия	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Регулировка плотности суспензии	Непрерывно	Аппаратура регулирования
5	4	Крупный концентрат I (сепарации) после обезвоживания	Засорение	Прогревка работы установки	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Установка для экспресс-анализа фракционного состава

Продолжение прил. I2

1	2	3	4	5	6	7
3.	4a	Крупный концентрат I (сепарации) после обезвоживания	Зольность А <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и опе- ративное управ- ление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы
7.	5	Крупный концентрат II (сепарации) после обезвоживания	Засорение	Прогорка работы установки	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вруч- ную. Установка для экспресс- анализа фрак- ционного соста- ва
3.	5a	Крупный концентрат II (сепарации) после обезвоживания	Зольность А <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и опе- ративное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы
3.	6	Крупные отходы (се- парации) после обезвоживания	Засорение	Прогорка работы установки	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Уста- новка для экспресс-анали- за фракционно- го состава

Продолжение прил. I2

I	II	III	IV	V	VI	VII
IO 5a	Kрупные отходы (сепарации)	Зольность A <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы	
	после обезгрохивания					
II 7	Мелкий концентрат (отсадки) после обезгрохивания	Засорение	Оперативное управление процессом	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Установка для экспресс-анализа фракционного состава	
I2 7a	- " -	Зольность A <sup>d</sup>	Оценка качества продукта и оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурные методы	
I3 8	Промпродукт (отсадки) после обезгрохивания	Засорение	Оперативное управление процессом	Эпизодически в течение смены	Отбор проб вручную. Установка для экспресс-анализа фракционного состава	145

## Продолжение прил.12

1	2	3	4	5	6	7
11.	9	Мелкие отходы (от- садки) после обез- вождения	Засорение Опоративное уп- равление процес- сом	Эпизодически г теческие смеси	Отбор проб вручную. Установка для экспресс- анализа фракционного состава	
15.	9а	- " -	Зольность $A^d$ Оценка качества продукта и опера- тивное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурические методы	
16.	10	Шлам на флотацию перед распределе- нием по флотаци- онным машинам	Плотность пульки, кг/м <sup>3</sup>	Оперативное уп- равление процес- сом	Непрерывно	Комплектная аппара- тура управления типа САРТ
17.	10а	- " -	Зольность $A^d$ Оценка качества продукта, опе- ративное управ- ление процес- сом	Ежесменно, непрерывно	Пробоотбиратель. Аппаратурические методы	
18.	II	Флотконтентрат после обезвожи- вания (кек)	Зольность $A^d$ Влажность $W_f$	Оперативное управление процессом	Непрерывно	Аппаратурические методы

Продолжение прил. I2

1	2	3	4	5	6	7
19	I2	Отходы флотации (:сидки)	Зольность $A^d$ Содержание твер- дого, г/л	Оценка качества Каждые 0,25 часа	Пробоотбиратель	
20	I2a	- " -	Зольность $A^d$	Оперативное уп- равление процес- сом	Непрерывно	Аппаратурные методы
20	I3	Фильтрат	Содержание твёрдого, г/л	Контроль работы установки	Непрерывно	Плотномер
21	I4	Концентрат кл. 6-И3, направляемый в погрузоч- ные бункеры	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^z$	Предварительная оценка качества продукта до бун- керов	Непрерывно	Аппаратурные методы
22	I5	Концентрат 0,5-6 и флотоконцентрат, направляемые на сушку	Влажность $W_t^z$	Оперативная оценка качества продукта	Непрерывно	Аппаратурные методы

## Продолжение прил. I2

		1	2	3	4	5	6
		1	2	3	4	5	6
23.	I6	Концентрат 0,5-6 и флотоконцентрат после сушки, направляемый в погрузочные бункера	Влажность $W_t^2$ Зольность $A^d$	Предварительная оценка качества продукта до бункеров	Непрерывно	Аппаратурные методы	1
24.	I7	Отсев, после классификации глихти исходных уранов (горной массы)	Зольность $A^d$	Оперативная оценка качества продукта	- " -	- " -	7
25.	I8	Шихта концентратов кл. 0-6 мм и необогащенного отсева, направляемая в погрузочные бункера	Зольность $A^d$ Влажность $W_t^2$	Предварительная оценка качества продукта до бункеров.	- " -	- " -	
26.	I9	Отходы, направляемые в погрузочные бункера	Зольность $A^d$	Оперативная оценка качества продукта	Непрерывно	Аппаратурные методы	

## Продолжение прил. 12

1	2	3	4	5	6	7
27	20	Товарный концен- трат I крупносред- них сортов, отгру- жаемый потребите- лем	Зольность $A_t^d$ Влажность $W_t^z$ Содержание серии Содержание молочи	Получение данных для расчета с потребителями	От каждой партии потребителями	Пробоотбиратель, проборазделочная машина. Механичес- кий грохот с весо- измерительной сис- темой
28.	21	Товарный концен- трат II крупно- средних сортов, отгружаемый потребителем	Зольность $A_t^d$ Влажность $W_t^z$ Содержание серии $S_t^d$ x/ Содержание молочи	Получение данных для расчета с потребителями	От каждой партии потребителями	Пробоотбиратель, проборазделочная машина. Механичес- кий грохот с весо- измерительной системой
29.	22	Товарный концен- трат ил. 6-13 мм, отгружаемый по- требителем	Зольность $A_t^d$ Влажность $W_t^z$ Содержание серии $S_t^z$ Содержание молочи	Получение данных для расчета с потребителями	От каждой партии потребителями	Пробоотбиратель, проборазделочная машина. Механи- ческий грохот с весоизмерительной системой

## Продолжение прил. I2

1	2	3	4	5	6	7
30	23	Тогариний концентрат кл. 0-6 мм. отгру- жаемый потребите- лям	Зольность $A_f^d$ Влажность $W_f^d$ Содержание серы $S_f^d$ x/	Получение данных для расчёта с потребителями	От каждой партии	Пробоотбиратель, Проборазделочная машина
31	24	Шламовая вода, ис- пользуемая в каче- стве оборотной	Содержание твердого, г/л	Оценка качества операций осаж- жения	Непрерывно	Плотномер

Примечание: x/ Содержание минеральных примесей (породы) с размерами кусков 25 мм и более и серы определяется только в тех случаях, когда оно предусматривается техническими условиями для продукции данной фабрики.  
В случаях, когда необогащенный отсев не выделяется, контрольная точка I7 отсутствует.

Рекомендуемое

Ориентировочный набор необходимого оборудования и инвентаря проборазделочной для контроля исходных углей (горной массы).

Пункты централизованного опробования

Ме ! Наименование оборудования и инвентаря  
пп !

- I. Механический грохот с весоизмерительной системой и набором сит для рассева проб, взятых для определения содержания мелочи, крупных минеральных примесей и для определения ситового анализа
2. Машина для подготовки лабораторных проб
3. Машина для подготовки аналитических проб
4. Герметические ящики для накапливания проб по каждой шахте (разрезу)
5. Плита для разделки проб
6. Крестовина для квартования
7. Весы торговые
8. Желобчатый делитель соответствующих типоразмеров для классов крупности 0-25; 0-13 (10); 0-6 (5) и 0-3 (1) мм
9. Стол рабочий деревянный, покрытый оцинкованными листами
10. Конторская мебель
- II. Шкаф для хранения инвентаря и посуды для проб
12. Посуда для проб (банки)
13. Совки
14. Счетная машина

Составляемый набор необходимого оборудования и инвентаря  
пробообраздаточного для периодического контроля работы отдельных  
технологических узлов ОЭ

II	Нагревательное оборудование и инвентарь
I	2
1.	Механический грохот с весоизмерительной системой и набором сит для рассева проб
2.	Машинка для подготовки лабораторных проб
3.	Машинка для подготовки аналитических проб
4.	Дробилка щековая лабораторная
5.	Плита для разделки проб
6.	Крестовина для квартования
7.	Шкаф электросушильный
8.	Дисперсатор
9.	Дисперсометр
10.	Ковш для тяжелой жидкости
11.	Ковш для всплывших фракций
12.	Бачки для расслоения тяжелой жидкости
13.	Бачки для хранения тяжелой жидкости
14.	Бачки с сетчатым дном
15.	Делитель желобчатый или механический для продуктов круп- ностью менее 25 мм
16.	Весы технические чашечные с разновесами
17.	Весы на 50 кг
18.	Весы на 200 кг
19.	Пробник

I - 1 - - - 2 - - -

20. Стол рабочий деревянный, покрытый оцинкованными листами
21. Конторская мебель
22. Противни
23. Ведра
24. Совки
25. Банки
26. Ящики для переноски проб
27. Ящики для хранения сменных проб
28. Шкаф для хранения инвентаря
29. Счетная машина
30. Сетка латунная или бронзовая № 005, 001, 01, 02, 05, I

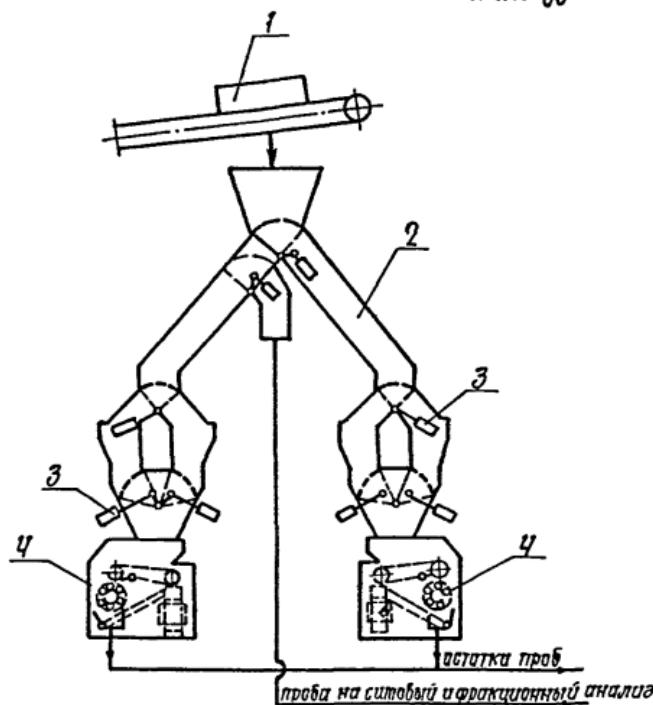
Ориентировочный набор необходимого оборудования  
и инвентаря проборазделочной для контроля  
товарной продукции

№  
пп

Наименование оборудования и инвентаря

- I. Механический грохот с весоизмерительной системой и набором сит для рассева проб, взятых для определения содержания мелочи (только на ОФ, отгружающих сортовые угли)
2. Машина для подготовки лабораторных проб
3. Машина для подготовки аналитических проб
4. Плита для разделки проб
5. Крестовина для квартования
6. Весы торговые
7. Жалобчатые делители
8. Стол рабочий деревянный, покрытый оцинкованными листами
9. Конторская мебель
10. Шкаф для хранения инвентаря и посуды для проб
- II. Посуда для проб
- I2. Совки

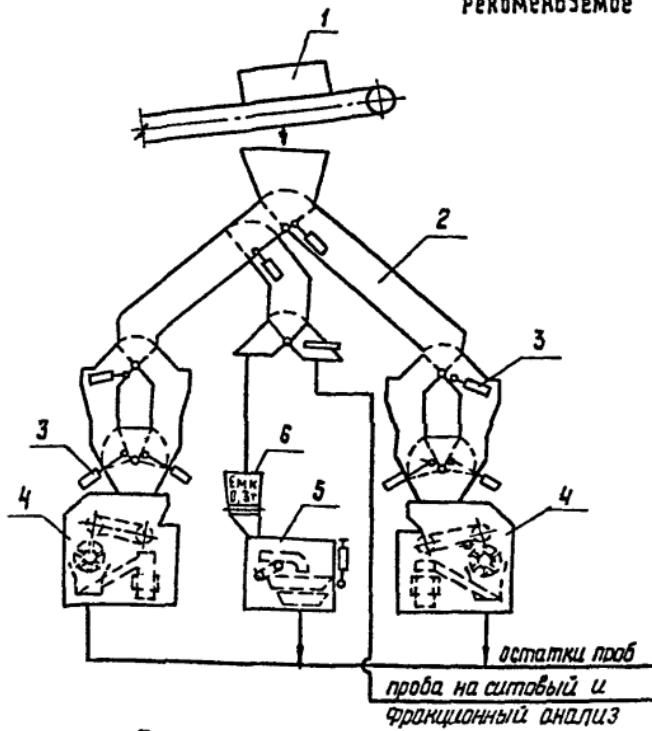
Приложение 16  
Рекомендуемое



Технологическая схема  
пункта центролизованного отбора проб  
для фабрик, обогащающих коксующиеся угли

- 1- пробоотбиратель
- 2- система жалобов с сечками для отбора проб
- 3- клапаны с приводами
- 4- машины для подготовки проб

Приложение 17  
Рекомендуемое



Технологическая схема  
пункта централизованного опробования для  
фабрик, обогащающих энергетические угли  
и антрациты.

- 1 — пробоотборатель
- 2 — система желобов с емкостями для отобранный пробы
- 3 — клапаны с приводами
- 4 — машины для подготовки проб
- 5 — механический грохот с весоизмерительной системой
- 6 — емкость для пробы, отобранный для определения содержания мелочи и крупных минеральных примесей.

Ориентировочный набор основного оборудования  
химлаборатории

№ п/п	Наименование оборудования
I	2
1.	Машина для подготовки аналитических проб
2.	Шкаф сушильный электрический
3.	Сито механическое
4.	Делитель механический
5.	Дробилка лабораторная
6.	Весы технические лабораторные на 1 и 5 кг
7.	Весы аналитические
8.	Электропечь сопротивления трубчатая лабораторная.
9.	Баня комбинированная
10.	Колбонагреватель
11.	Плитка электрическая
12.	Шкаф вытяжной
13.	Прибор для взбалтывания
14.	Электропечь сопротивления камерная
15.	Калориметрическая установка для определения теплотворной способности топлива
16.	Пластометрический аппарат
17.	Аппарат для механизированной чистки стаканов
18.	Фотоэлектрический калориметр
19.	Термостат
20.	Аппарат для дистилляции воды
21.	Электроэксикатор

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ

### I. Самотечные трубопроводы

По табл. I определяется условный диаметр трубопровода  $D_u$  и скорость жидкости  $V$ , м/с, исходя из заданного расхода  $Q$ , л/с, принятого наполнения и рекомендуемых уклонов.

Наполнение в долях диаметра трубопровода следует принимать  $0.5 + 0.7$ , минимальные уклоны приведены в табл. II.12. При выборе уклона на отдельных участках трубопровода нужно учитывать, что скорость жидкости должна быть постоянной или возрастающей по ходу:

Пример расчета трубопровода осветленной воды с расходом  $Q = 26$  л/с:

По табл. I при минимальном уклоне 0.02 и наполнении 0.6 принимается трубопровод с условным диаметром прохода  $D_u$  200 мм, пропускающий  $Q = 29.2$  л/с при скорости  $V = 1.49$  м/с.

### 2. Всасывающие и нагнетательные трубопроводы к насосам осветленной воды

Параметры трубопроводов определять по табл. 2 по заданному расходу  $Q$ , л/с, и принятой скорости  $V$ , м/с, которую принимать:

в напорном трубопроводе — 2.0 — 3.0 м/с;

во всасывающем трубопроводе — 2.0-3.0 м/с при работе под заливом; 1.0 — 1.5 м/с при работе без залива.

Общая потеря напора в трубопроводе складывается из потерь на прямолинейных участках и местных потерь в фасонных частях и арматуре. Потери напора на прямолинейном участке определяются по формуле:

$$h_1 = i \cdot L_1 \quad \text{м}$$

где:  $h_1$  — потеря напора, м;

$i$  — гидравлический уклон (потеря напора на 1 м);

$L_1$  — сумма длин прямолинейных участков, м.

Величина  $1000i$  приведена в табл.2 и определяется в зависимости от расхода  $Q$ , л/с, и принятого диаметра трубопровода  $D_u$ , мм. Потери напора на местные сопротивления определяются по формуле:

$$h_2 = i \cdot L_2 \text{ . м.}$$

где:  $h_2$  - потеря напора, м;

$i$  - гидравлический уклон по табл.2;

$L_2$  - сумма эквивалентных длин местных сопротивлений, м.

Эквивалентные длины местных сопротивлений (длины труб, эквивалентные по гидравлическому сопротивлению арматуре и фасонным частям) принимать по табл.3.

Суммарные потери в трубопроводе определяются по формуле:

$$h = i \cdot L_n \text{ . м.}$$

где:  $i$  - гидравлический уклон по табл.2;

$$L_n = L_1 + L_2 \text{ - приведенная длина трубопровода, м.}$$

Пример расчета трубопровода осветленной воды.

Расход  $Q = 268$  л/с. Суммарная длина прямолинейных участков  $L_1 = 190$  мм. По трассе имеется 2 задвижки и 5 сварных отводов с углом  $90^\circ$  с тремя сварными швами.

По табл.2 принимается скорость воды 2.04 м/с и условный диаметр трубопровода  $D_u = 400$  мм.

Эквивалентная длина местных сопротивлений двух задвижек  $D_u = 400$  мм:

$$l_1 = 2 \cdot 9.8 = 19.6 \text{ м}$$

Эквивалентная длина местных сопротивлений 5 отводов  $D_u = 400$  мм:

$$l_2 = 5 \cdot 19.7 = 98.5 \text{ м}$$

Сумма эквивалентных длин:

$$L_2 = l_1 + l_2 = 19.6 + 98.5 \text{ м} = 118.1 \text{ м}$$

Приведенная длина:

$$L_n = L_1 + L_2 = 190 + 118.1 = 308.1 \text{ м}$$

Суммарные потери в трубопроводе:

$$h = i \cdot L_n = 0.0146 \cdot 308.1 = 4.5 \text{ м}$$

Таблица 3

	Тип сопротивления	Условное обозначение	Проход условный $D_u$ , мм															
			50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	600	
1.	Приемная сетка с клапаном		7,0	11,4	13,5	16,8	23,1	29	38,8	45,9	61,6	78,2	96,9	115,4	136	157	201,5	
2	Задвижка		0,5	0,9	1,1	1,3	1,7	2,1	2,7	3,2	4,2	7,0	8,5	9,8	14,2	16,2	20,1	
3	Выход в трубу, переход сужающийся		0,2	0,3	0,35	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	4,0	
4	Переход расширяющийся		0,6	0,9	1,1	1,3	1,7	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	7,4	8,5	9,7	12,0	
5	Колено гнутое		1,3	2,0	2,4	2,9	3,9	5,0	6,4	7,4	9,8	12,2	14,8	17,2	19,9	22,7	28,2	
6	Колено сварное		1,5	2,7	3,2	3,4	4,5	5,7	7,6	8,5	11,2	14,0	16,9	19,7	22,9	25,8	32,8	
7	Утка		1,3	2,0	2,4	2,9	3,9	5,0	6,4	7,4	9,8	12,2	14,8	17,2	19,9	22,7	28,2	
8	Встречный ток		5,4	8,2	9,7	12,8	17,0	24,4	24,7	31,9	42,2	52,4	63,4	73,7	85,2	96,9	120,3	
9	Разветвление		3,6	5,2	6,7	8,5	11,3	14,2	18,4	21,3	28,1	34,9	42,3	49,1	56,8	64,6	80,2	
10	Разветвление потока	Проход		1,8	2,5	3,7	4,3	5,7	7,1	9,2	10,6	14,1	17,5	21,1	24,6	28,4	32,3	40,1
11		Ответвление		2,7	4,1	5,2	6,4	8,5	10,7	13,4	16,0	21,1	26,2	31,7	36,8	42,6	48,5	60,2
12	Слияние потока	Проход		2,7	4,1	5,2	6,4	8,5	10,7	13,4	16,0	21,1	26,2	31,7	36,8	42,6	48,5	60,2
13		Ответвление		3,6	5,2	6,7	8,5	11,3	14,2	18,4	21,3	28,1	34,9	42,3	49,1	56,8	64,6	80,2
14	Выход из трубы в слив		0,9	1,4	1,7	2,1	2,9	3,6	4,9	5,7	7,7	9,8	12,1	14,4	17,0	19,6	25,2	
15	Затвор (клапан)		24	35	45	56	74	93	10,5	13,8	18,3	22,7	27,5	31,9	36,9	42,0	52,1	

3. Всасывающие и нагнетательные трубопроводы  
к насосам для шламовой воды

Критическая скорость движения пульпы определяется по Формуле:

$$U = K_S K_d \sqrt{g \cdot d} \cdot \rho_w (1 + d \cdot S) \quad \text{м/с.}$$

где:  $K_S$  - коэффициент, зависящий от концентрации твердого  
в пульпе, принимать по табл.4.

Таблица 4

$S$	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
$K_S$	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15
$S$	0.08	0.09	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	-
$K_S$	1.18	1.20	1.23	1.23	1.18	1.15	1.14	-

$K_d$  - коэффициент, зависящий от средневзвешенной крупности  
твердых частиц  $d$ , принимать по табл.5.

Таблица 5

$d$ . mm	Отходы флота- ции или 0+0.5	0	0.5	1	3	4	5	6	7
$K_d$	0.8	I	1.05	1.10	1.13	1.14	1.15	1.16	1.18
$d$ . mm	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$K_d$	I.20	I.22	I.24	I.26	I.29	I.32	I.36	I.39	I.43

$g = 9.8 \text{ I m/c}^2$  - ускорение свободного падения;

$D_{\text{вн}}$  - внутренний диаметр трубы, м.

Для выбора  $D_{\text{вн}}$  по таблице 2 принимается ориентировочно  
Диаметр трубопровода, заставаясь скоростью движения пульпы 2-3 м/с.

Величину  $D_{\text{вн}}$  окончательно принимать исходя из размеров труб,  
приведенных в табл. 10.14.

$$\alpha = \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_b} \quad \text{- безразмерный параметр:}$$

$\rho_t$  - плотность твердой базы, т/м<sup>3</sup>; ориентировочно:

для угля - 1.5 т/м<sup>3</sup>;

для антрацита - 1.8 т/м<sup>3</sup>;

для породы - 2.6 т/м<sup>3</sup>;

для магнетитовой  
сuspензии - 4.5 т/м<sup>3</sup>;

$\rho_b = 1 \text{ т/м}^3$  - плотность воды;

$$S = \frac{\rho_{\text{см}} - \rho_b}{\rho_t - \rho_b} \quad \text{- объемная концентрация твердого  
в пульпе:}$$

$$\rho_{\text{см}} = \frac{\left(\frac{H}{T} + 1\right) \cdot \rho_t}{\frac{H}{T} \cdot \rho_t + 1} \quad \text{- плотность пульпы, т/м}^3;$$

$\frac{H}{T}$  - отчуждение жидкого к твердому.

T

Скорость движения пульпы определяется по формуле

$$V_n = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2}{4} \times 10^3} \quad \text{. м/с:}$$

где: Q - расход, л/с.

Величина скорости должна находиться в диапазоне

$$1.05 \mathcal{U} \leq V_n \leq 1.6 \mathcal{U}$$

Потери напора определяются по формуле:

$$h_n = \lambda_n \cdot \frac{L_n}{D_n} \cdot \frac{V_n^2}{2g}, \text{ м}$$

где:  $\lambda_n$  - коэффициент трения при движении пульпы;  
 $L_n$  - приложенная длина трубопровода, м.

$$\text{Коэффициент трения при движении пульпы } \lambda_n = \lambda + \frac{W}{V_n} \cdot m.$$

где  $\lambda$  - коэффициент сопротивления при движении чистой воды, выбирается по табл.6 в зависимости от диаметра трубопровода;

$W$  - гидравлическая крупность, выбирается по табл.7 в зависимости от диаметра частиц  $d$  :

$$\mathcal{M} = \frac{T}{T + X} - \text{коэффициент, зависящий от соотношений } T:X.$$

Таблица 6

Ду, мм	50	80	100	125	150	200	250	300
$\lambda$	0.0516	0.0449	0.0410	0.0392	0.0372	0.0340	0.0318	0.0304

Ду, мм	350	400	450	500	600	700	800
$\lambda$	0.0288	0.0276	0.0267	0.0258	0.0243	0.0234	0.0224

Таблица 7

$d$ , мм	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	10
$W$ , м/с	0.02	0.054	0.11	0.166	0.18	0.232	0.3	0.425

Пример расчета трубопровода сгущенного пылами:

Расход  $Q = 38 \text{ л/с}$ ,  $T : K = 1:3$

Средневзвешенная крупность твердых частиц  $d = 8 \text{ мм}$ .

Суммарная длина прямолинейных участков  $L_1 = 100 \text{ м}$ .

По трассе трубопровода имеется один сужающийся переход, одна задвижка и 7 гнутых отводов с углом  $90^\circ$ .

По табл. 2 принимается ориентировочно скорость  $V_n = 2,15 \text{ м/с}$  и условный проход  $D_u = 150 \text{ мм}$ . По табл. 10.14 принимается труба с  $D_{\text{вн}} = 0,135 \text{ м}$ .

$$d = \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_b} = \frac{1.5 - 1}{1} = 0.5$$

$$\rho_{cm} = \frac{\rho_t \cdot \left(1 + \frac{K}{T}\right)}{1 + \frac{K}{T} \cdot \rho_t} = \frac{1.5 \times (1 + \frac{3}{1})}{1 + \frac{3}{1} \times 1.5} = 1.09 \text{ т/м}^3$$

$$S = \frac{\rho_{cm} - \rho_b}{\rho_t - \rho_b} = \frac{1.09 - 1}{1.5 - 1} = 0.18$$

По табл. 4 принимаем  $K = 1.2$ ; для крупного пылами  $K = 1.2$ .

Критическая скорость движения пульпы:

$$U = K_s \cdot K_d \sqrt{g \cdot \bar{D}_{\text{вн}} (1 + d \cdot S)} = 1.2 \cdot 1.2 \sqrt{9.81 \cdot 0.135 (1 + 0.5 \cdot 0.18)} = \\ = 1.73 \text{ м/с}$$

Скорость движения пульпы:

$$V_n = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot \bar{D}_{\text{вн}}^2}{4} \cdot 10^3} = \frac{38}{\frac{3.14 \times 0.135^2}{4} \times 10^3} = 2.65 \text{ м/с}$$

Скорость движения пульпы должна быть в диапазоне

$$1.05 \times 1.73 < V_n < 1.6 \times 1.73, \text{ или } 1.62 < 2.65 < 2.77 \text{ м/с}$$

Принятая скорость  $V_n = 2.65 \text{ м/с}$  лежит в данных пределах.

Эквивалентная длина местных сопротивлений: сужающийся переход  
Ду 200x150 мм - 1,1 м, задвижка Ду 150 мм - 2,1 м. 7 отводов  
Ду 150 мм - 7 x 5,0 = 35,0 м.

Сумма эквивалентных длин

$$L_2 = 1,1 + 2,1 + 35,0 = 38,2 \text{ м}$$

Приведенная длина

$$L_n = L_1 + L_2 = 100 + 38,2 = 138,2 \text{ м}$$

Коэффициент трения при движении гульки

$$J_n = J + \frac{W}{2g_n} m = 0,0372 + \frac{0,11}{2,65} \times 0,25 = 0,0476$$

Коэффициент, зависящий от отношения  $T:m$ :

$$J_m = \frac{T}{T+m} = \frac{1}{1+3} = 0,25$$

Суммарные потери в трубопроводе

$$h_n = J_n \cdot \frac{L_n}{D_{th}} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,0476 \times \frac{138,2}{0,135} \times \frac{2,65^2}{2 \times 9,81} = 17,4 \text{ м}$$

Таблица 1.

Ду 50 мм

Град	Уклоны в тысячных										Уклоны в тысячных										
	10	20	30	40	50	100	150	10	20	30	40	50	100	150	10	20	30	40	50	100	
0.40	0.956	0.35	0.362	0.49	0.443	0.61	0.512	0.70	0.572	0.78	0.802	1.11	0.991	1.36	0.40	0.759	0.46	1.07	0.65	1.31	0.79
0.45	0.317	0.37	0.448	0.52	0.349	0.64	0.634	0.74	0.703	0.83	1.00	1.17	1.23	1.43	0.45	0.938	0.49	1.33	0.69	1.62	0.84
0.50	0.381	0.39	0.539	0.55	0.660	0.67	0.762	0.78	0.852	0.87	1.20	1.23	1.48	1.50	0.50	1.13	0.51	1.59	0.72	1.95	0.88
0.55	0.446	0.40	0.631	0.57	0.772	0.70	0.892	0.81	0.997	0.90	1.41	1.27	1.75	1.56	0.55	1.32	0.53	1.85	0.75	2.28	0.92
0.60	0.511	0.42	0.723	0.59	0.885	0.72	1.02	0.83	1.14	0.93	1.62	1.32	1.98	1.61	0.60	1.51	0.55	2.14	0.77	2.64	1.05
0.63	0.575	0.43	0.814	0.60	0.998	0.74	1.15	0.85	1.29	0.95	1.82	1.35	2.23	1.65	0.65	1.70	0.56	2.41	0.79	2.93	1.07
0.70	0.687	0.43	0.904	0.61	1.10	0.75	1.27	0.87	1.42	0.97	2.01	1.37	2.47	1.68	0.70	1.88	0.57	2.66	0.81	3.26	0.99
0.75	0.694	0.44	0.981	0.62	1.20	0.76	1.39	0.88	1.55	0.98	2.19	1.39	2.69	1.70	0.75	2.05	0.58	2.90	0.82	3.56	1.00
0.80	0.744	0.44	1.05	0.62	1.29	0.77	1.49	0.88	1.66	0.99	2.35	1.50	2.88	1.71	0.80	2.20	0.58	3.11	0.82	3.81	1.00
0.85	0.794	0.44	1.11	0.62	1.36	0.78	1.57	0.88	1.75	0.99	2.48	1.39	3.04	1.71	0.83	2.32	0.58	3.28	0.82	4.02	1.00
0.90	0.811	0.44	1.15	0.62	1.40	0.76	1.62	0.87	1.81	0.97	2.58	1.38	3.14	1.69	0.93	2.40	0.57	3.39	0.81	4.16	0.99
0.95	0.818	0.43	1.16	0.60	1.42	0.74	1.64	0.85	1.83	0.85	2.69	1.34	3.17	1.65	0.93	2.42	0.56	3.42	0.79	4.13	0.96
1.00	0.761	0.39	1.08	0.55	1.32	0.67	1.52	0.78	1.70	0.87	2.41	1.23	2.95	1.50	1.00	2.25	0.51	3.19	0.72	3.50	0.88

продолжение табл. 1

Ду 100 мм

Град	Уклоны в тысячных										Уклоны в тысячных									
	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	100	150	10	12	14	16	18	20
0.40	0.416	0.45	0.46	0.48	0.49	0.51	0.56	0.66	0.70	0.79	0.83	0.89	0.96	0.40	0.505	0.46	1.04	0.36	1.26	1.11
0.45	0.563	0.56	0.59	0.61	0.63	0.66	0.70	0.75	0.81	0.85	0.93	0.99	1.02	0.45	0.77	1.10	1.03	1.43	1.07	1.49
0.50	0.202	0.59	0.20	0.66	0.38	0.70	0.55	0.74	0.71	0.79	0.85	0.93	0.99	0.50	0.53	1.15	1.03	1.49	1.23	1.31
0.55	0.242	0.62	0.26	0.67	0.36	0.73	0.56	0.78	0.75	0.83	0.87	0.93	0.97	0.55	0.53	1.15	1.23	1.31	1.51	1.36
0.60	0.284	0.64	0.31	0.70	0.35	0.76	0.59	0.81	0.80	0.86	0.91	0.90	0.94	0.60	0.53	1.20	1.28	1.36	1.34	1.43
0.65	0.325	0.65	0.36	0.72	0.38	0.78	0.41	0.84	0.45	0.86	0.93	0.94	0.95	0.65	0.58	1.24	1.32	1.40	1.40	1.49
0.70	0.365	0.68	0.41	0.74	0.43	0.80	0.48	0.83	0.46	0.89	0.93	0.94	0.96	0.70	0.65	1.27	1.35	1.44	1.42	1.51
0.75	0.405	0.69	0.44	0.76	0.47	0.82	0.50	0.85	0.49	0.91	0.94	0.95	0.97	0.75	0.70	1.29	1.38	1.45	1.48	1.57
0.80	0.441	0.70	0.48	0.76	0.52	0.83	0.58	0.88	0.54	0.94	0.96	0.98	1.00	0.80	0.76	1.31	1.40	1.48	1.56	1.65
0.85	0.473	0.70	0.51	0.77	0.56	0.83	0.59	0.89	0.65	0.94	0.99	1.00	1.02	0.85	0.81	1.31	1.40	1.49	1.56	1.63
0.90	0.517	0.69	0.56	0.76	0.61	0.82	0.52	0.88	0.62	0.93	0.93	0.98	1.00	0.90	0.85	1.30	1.39	1.47	1.55	1.63
0.95	0.520	0.68	0.57	0.74	0.61	0.80	0.58	0.85	0.68	0.91	0.91	0.95	0.98	0.82	0.77	1.26	1.35	1.41	1.51	1.64
1.00	0.484	0.62	0.50	0.67	0.53	0.73	0.73	0.78	0.60	0.83	0.84	0.87	0.85	0.75	0.70	1.23	1.31	1.40	1.48	1.58

продолжение табл. 1

Ду 125 мм

Град	Уклоны в тысячных										Уклоны в тысячных									
	10	14	16	18	20	25	30	35	40	50	50	70	80	100	10	14	16	18	20	25
0.40	0.416	0.63	3.53	0.77	3.77	0.82	4.00	0.87	4.21	0.92	4.71	1.02	5.15	1.12	5.50	1.21	5.96	1.30	6.66	1.45
0.45	3.58	0.69	4.35	0.84	4.56	0.87	4.94	0.92	5.20	0.97	5.82	1.08	6.37	1.19	6.89	1.28	7.36	1.37	8.23	1.53
0.50	4.42	0.72	5.23	0.85	5.59	0.91	5.93	0.95	6.25	1.02	6.99	1.14	7.66	1.24	8.27	1.34	8.84	1.44	9.88	1.61
0.55	5.17	0.75	6.12	0.88	6.54	0.94	6.94	1.00	7.31	1.05	8.17	1.10	8.95	1.29	9.63	1.40	10.3	1.49	11.6	1.67
0.60	5.93	0.77	7.02	0.91	7.50	0.98	7.95	1.03	8.39	1.03	9.38	1.22	10.3	1.33	11.1	1.44	11.9	1.54	13.3	1.72
0.65	6.68	0.79	7.90	0.93	8.45	1.00	8.86	1.05	9.45	1.12	10.5	1.25	11.6	1.37	12.5	1.48	13.4	1.58	15.0	1.77
0.70	7.39	0.80	8.74	0.95	9.35	1.02	9.92	1.08	10.4	1.14	11.7	1.27	12.8	1.39	13.8	1.50	14.8	1.61	16.5	1.80
0.75	8.05	0.81	9.52	0.96	10.2	1.03	10.8	1.09	11.4	1.15	12.7	1.29	13.9	1.41	15.1	1.52	16.1	1.63	18.0	1.82
0.80	8.63	0.82	10.2	0.97	10.9	1.03	11.6	1.10	12.2	1.16	13.6	1.29	14.9	1.42	16.1	1.53	17.3	1.64	19.3	1.83
0.85	9.10	0.82	10.8	0.97	11.5	1.03	12.2	1.10	12.9	1.16	14.4	1.29	15.8	1.42	17.0	1.53	18.2	1.63	20.3	1.83
0.90	9.41	0.81	11.1	0.99	11.9	1.02	12.6	1.08	13.3	1.14	14.9	1.28	16.3	1.40	17.6	1.51	18.8	1.61	21.0	1.80
0.95	9.49	0.79	11.2	0.93	12.0	1.00	12.7	1.03	13.4	1.11	15.0	1.24	16.4	1.36	17.8	1.47	19.0	1.57	21.2	1.76
1.00	8.83	0.72	10.4	0.85	11.2	0.91	11.8	0.96	12.5	1.02	14.0	1.14	15.3	1.24	16.5	1.34	17.7	1.44	19.7	1.61

## Продолжение табл. 1

Ду150мм

	10	14	16	18	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
	Л.П.С. У.М.С.													
0.40	4.93	0.73	5.71	0.86	6.11	0.92	6.48	0.98	6.83	1.03	7.64	1.16	8.57	1.27
0.45	5.97	0.77	7.06	0.91	7.55	0.98	8.01	1.04	8.44	1.09	9.44	1.20	10.3	1.34
0.50	7.17	0.81	8.40	0.96	9.07	1.02	9.38	1.09	10.1	1.15	11.3	1.28	12.4	1.40
0.55	8.40	0.84	9.94	1.00	10.6	1.07	11.3	1.13	11.9	1.19	13.3	1.33	14.5	1.46
0.60	9.53	0.87	11.4	1.03	12.2	1.10	12.9	1.17	13.6	1.23	15.2	1.37	16.7	1.51
0.65	10.8	0.89	12.8	1.05	13.7	1.13	14.6	1.19	15.3	1.26	17.1	1.41	18.8	1.54
0.70	12.0	0.91	14.2	1.07	15.2	1.15	16.1	1.22	17.0	1.28	19.0	1.43	20.8	1.57
0.75	13.1	0.92	15.5	1.09	16.5	1.16	17.5	1.23	18.5	1.30	20.7	1.45	22.5	1.59
0.80	14.0	0.92	16.6	1.09	17.7	1.17	18.8	1.24	19.8	1.31	22.1	1.46	24.3	1.60
0.85	14.9	0.92	17.5	1.09	18.7	1.17	19.8	1.24	20.9	1.30	23.4	1.46	25.5	1.60
0.90	15.3	0.91	18.4	1.08	19.3	1.15	20.5	1.22	21.6	1.29	22.2	1.44	25.5	1.58
0.95	15.4	0.89	18.2	1.05	19.3	1.12	20.7	1.19	21.8	1.23	24.4	1.40	26.7	1.54
1.00	14.3	0.81	17.0	0.98	18.1	1.02	19.2	1.09	20.3	1.15	22.7	1.28	24.8	1.40

Продолжение табл. 1

	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60	70	80
	Л.П.С. У.М.С.													
0.40	9.28	0.79	10.4	0.88	11.4	0.97	12.3	1.05	13.1	1.12	13.9	1.19	14.7	1.25
0.45	11.5	0.84	12.8	0.94	14.0	1.02	15.2	1.11	16.2	1.18	17.2	1.25	18.1	1.32
0.50	13.0	0.83	15.4	0.98	16.9	1.07	18.2	1.16	19.5	1.24	20.7	1.32	21.8	1.39
0.55	16.1	0.91	18.0	1.02	19.7	1.11	21.3	1.20	22.8	1.29	23.2	1.37	25.5	1.44
0.60	18.5	0.94	20.7	1.05	22.5	1.15	24.5	1.24	26.2	1.33	27.7	1.41	29.2	1.49
0.65	20.8	0.96	23.3	1.08	25.5	1.16	27.5	1.27	29.5	1.36	31.3	1.45	32.9	1.52
0.70	23.0	0.98	25.6	1.10	28.2	1.20	30.5	1.30	32.6	1.39	34.6	1.47	36.4	1.55
0.75	25.1	0.99	28.1	1.11	30.2	1.22	33.2	1.31	35.5	1.41	37.7	1.49	39.7	1.57
0.80	26.9	1.00	30.1	1.12	32.9	1.22	35.6	1.32	38.1	1.41	40.4	1.50	42.5	1.58
0.85	28.4	1.00	31.7	1.12	34.7	1.22	37.5	1.32	40.1	1.41	42.6	1.50	44.9	1.58
0.90	29.3	0.99	32.8	1.10	35.9	1.21	38.4	1.30	41.6	1.40	44.0	1.48	46.4	1.56
0.95	29.5	0.96	33.1	1.07	36.2	1.17	39.1	1.27	41.6	1.36	44.4	1.44	46.8	1.52
1.00	27.5	0.88	30.8	0.98	33.7	1.07	36.4	1.16	38.9	1.24	41.3	1.32	43.5	1.39

Продолжение табл. 1

	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60	70	80
	Л.П.С. У.М.С.													
0.40	14.5	0.80	16.8	0.92	18.8	1.03	20.5	1.12	22.1	1.21	23.2	1.30	25.2	1.38
0.45	18.0	0.84	20.8	0.97	23.2	1.09	25.5	1.19	27.5	1.28	29.4	1.37	31.2	1.46
0.50	21.6	0.88	25.0	1.02	27.9	1.14	30.6	1.24	33.0	1.35	35.3	1.44	37.5	1.53
0.55	25.3	0.92	29.2	1.06	32.7	1.18	35.8	1.29	38.7	1.40	41.3	1.50	43.9	1.59
0.60	29.0	0.94	33.5	1.09	37.5	1.22	41.0	1.33	44.3	1.44	47.4	1.54	50.3	1.64
0.65	32.7	0.97	37.7	1.12	42.2	1.25	46.2	1.37	49.9	1.48	53.4	1.58	55.6	1.68
0.70	35.2	0.99	41.6	1.14	46.7	1.27	51.2	1.39	55.3	1.51	58.1	1.61	62.7	1.74
0.75	39.4	1.00	45.5	1.15	50.9	1.29	55.7	1.41	60.2	1.52	64.4	1.63	68.3	1.73
0.80	42.3	1.00	48.8	1.15	55.3	1.30	59.7	1.42	64.5	1.53	69.0	1.64	73.2	1.74
0.85	44.6	1.00	51.4	1.16	57.5	1.30	63.0	1.42	68.0	1.53	72.7	1.64	77.2	1.74
0.90	46.1	0.99	53.2	1.14	59.5	1.28	65.1	1.40	70.4	1.51	75.2	1.62	80.8	1.72
0.95	46.5	0.95	53.7	1.14	61.0	1.25	65.7	1.36	70.9	1.47	75.8	1.57	80.4	1.67
1.00	43.2	0.88	49.9	1.02	55.8	1.14	61.1	1.24	66.0	1.35	70.6	1.44	74.9	1.53

Продолжение табл. 1

	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	50	60	70	80
	Л.П.С. У.М.С.													
0.40	14.5	0.80	16.8	0.92	18.8	1.03	20.5	1.12	22.1	1.21	23.2	1.30	25.2	1.38
0.45	18.0	0.84	20.8	0.97	23.2	1.09	25.5	1.19	27.5	1.28	29.4	1.37	31.2	1.46
0.50	21.6	0.88	25.0	1.02	27.9	1.14	30.6	1.24	33.0	1.35	35.3	1.44	37.5	1.53
0.55	25.3	0.92	29.2	1.06	32.7	1.18	35.8	1.29	38.7	1.40	41.3	1.50	43.9	1.59
0.60	29.0	0.94	33.5	1.09	37.5	1.22	41.0	1.33	44.3	1.44	47.4	1.54	50.3	1.64
0.65	32.7	0.97	37.7	1.12	42.2	1.25	46.2	1.37	49.9	1.48	53.4	1.58	55.6	1.68
0.70	35.2	0.99	41.6	1.14	46.7	1.27	51.2	1.39	55.3	1.51	58.1	1.61	62.7	1.74
0.75	39.4	1.00	45.5	1.15	50.9	1.29	55.7	1.41	60.2	1.52	64.4	1.63	68.3	1.73
0.80	42.3	1.00	48.8	1.15	55.3	1.30	59.7	1.42	64.5	1.53	69.0	1.64	73.2	1.74
0.85	44.6	1.00	51.4	1.16	57.5	1.30	63.0	1.42	68.0	1.53	72.7	1.64	77.2	1.74
0.90	46.1	0.99	53.2	1.14	59.5	1.28	65.1	1.40	70.4	1.51	75.2	1.62	80.8	1.72
0.95	46.5	0.95	53.7	1.14	61.0	1.25	65.7	1.36	70.9	1.47	75.8	1.57	80.4	1.67
1.00	43.2	0.88	49.9	1.02	55.8	1.14	61.1	1.24	66.0	1.35	70.6	1.44	74.9	1.53

1 167

1 316

1 522

1 729

1 926

1 113

1 322

Продолжение табл. 1

Ду300

Уклоны в тысячах														
6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60	70	
0,114	0,115	0,116	0,117	0,118	0,119	0,120	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126	0,127	
0,40	23,7	0,50	23,4	1,04	30,6	1,16	33,5	1,27	36,2	1,37	38,7	1,47	41,1	1,56
0,45	29,3	0,95	33,8	1,10	37,9	1,23	41,4	1,34	44,8	1,45	47,9	1,53	50,8	1,65
0,50	35,2	1,00	40,6	1,15	45,4	1,29	49,7	1,41	53,7	1,52	57,5	1,63	60,9	1,72
0,55	41,2	1,03	47,6	1,19	53,2	1,34	58,2	1,46	62,9	1,58	67,3	1,69	71,4	1,79
0,60	47,3	1,07	54,5	1,23	61,0	1,38	66,8	1,51	72,2	1,63	77,2	1,74	81,9	1,83
0,65	53,2	1,09	61,4	1,26	68,7	1,41	73,2	1,55	81,3	1,67	86,9	1,79	92,2	1,91
0,70	58,9	1,12	68,0	1,29	76,0	1,44	83,3	1,58	90,0	1,70	98,2	1,82	102,0	1,93
0,75	64,2	1,13	74,1	1,30	82,8	1,46	90,7	1,59	98,0	1,72	104,8	1,84	111,2	1,95
0,80	68,8	1,14	79,4	1,31	88,8	1,47	97,2	1,60	105,0	1,73	117,3	1,85	119,1	1,97
0,85	72,5	1,13	83,7	1,31	93,6	1,46	102,5	1,60	110,7	1,73	118,4	1,85	125,6	1,95
0,90	73,0	1,12	86,5	1,29	96,8	1,45	106,0	1,58	114,5	1,71	122,5	1,83	129,4	1,94
0,95	75,6	1,09	87,3	1,26	97,6	1,41	106,8	1,54	115,5	1,66	123,5	1,78	131,0	1,89
1,00	79,4	1,00	81,2	1,15	90,8	1,29	99,5	1,41	107,5	1,52	114,9	1,63	121,9	1,72

Продолжение табл. 1

Ду350мм

Уклоны в тысячах														
4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60	
0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	
0,40	29,3	0,81	35,8	1,00	41,2	1,15	46,1	1,28	50,3	1,41	54,5	1,52	58,4	1,62
0,45	36,0	0,86	44,2	1,05	51,0	1,21	57,0	1,38	62,5	1,49	67,5	1,61	72,2	1,72
0,50	43,3	0,90	53,1	1,10	61,2	1,27	68,5	1,42	75,0	1,56	81,0	1,68	86,6	1,80
0,55	50,7	0,93	62,1	1,15	71,7	1,32	80,2	1,48	87,2	1,62	94,9	1,75	101,4	1,87
0,60	58,0	0,96	71,3	1,18	82,2	1,36	92,0	1,53	100,7	1,67	108,8	1,81	116,3	1,93
0,65	65,4	0,99	80,2	1,21	92,6	1,40	103,5	1,56	113,4	1,71	122,5	1,85	131,0	1,98
0,70	72,4	1,01	88,0	1,23	102,5	1,42	116,6	1,59	125,5	1,74	135,6	1,88	145,0	1,92
0,75	76,9	1,02	98,0	1,25	114,6	1,44	129,4	1,61	136,7	1,77	147,7	1,91	157,9	2,04
0,80	84,6	1,03	108,7	1,26	119,6	1,45	133,8	1,62	146,5	1,78	158,3	1,92	169,3	2,05
0,85	89,2	1,02	109,3	1,25	126,1	1,45	141,1	1,62	154,5	1,77	166,9	1,92	178,4	2,05
0,90	92,2	1,01	113,1	1,24	130,4	1,43	145,9	1,60	159,8	1,75	172,6	1,89	186,6	2,02
0,95	93,0	0,98	114,0	1,21	131,5	1,39	147,1	1,56	168,6	1,71	174,0	1,84	186,1	1,97
1,00	98,5	0,90	106,1	1,10	122,4	1,27	136,9	1,42	149,9	1,56	162,0	1,68	173,2	1,80

Продолжение табл. 1

Ду400мм

Уклоны в тысячах														
4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60	
0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	
0,40	41,6	0,89	51,0	1,09	58,9	1,25	63,8	1,40	72,1	1,54	77,9	1,66	83,3	1,77
0,45	51,4	0,94	63,1	1,15	72,8	1,33	81,4	1,48	89,1	1,62	96,3	1,76	103,0	1,88
0,50	61,7	0,98	75,7	1,21	87,3	1,39	97,7	1,56	107,0	1,70	115,6	1,84	123,6	1,97
0,55	72,3	1,02	88,7	1,25	102,3	1,44	114,4	1,62	125,3	1,77	135,4	1,91	144,3	2,04
0,60	82,9	1,05	101,7	1,29	117,3	1,49	131,2	1,67	143,7	1,83	155,3	1,97	166,0	2,11
0,65	93,4	1,08	114,5	1,32	132,1	1,53	147,8	1,71	161,6	1,87	174,8	2,02	186,9	2,16
0,70	103,4	1,10	126,8	1,35	145,2	1,55	163,6	1,74	179,1	1,91	193,5	2,06	208,9	2,20
0,75	112,6	1,11	138,1	1,37	159,3	1,58	178,2	1,72	195,1	1,93	210,8	2,09	225,4	2,23
0,80	120,7	1,12	148,0	1,37	170,7	1,58	191,0	1,77	209,1	1,94	223,9	2,10	241,6	2,24
0,85	127,2	1,12	156,0	1,37	180,0	1,58	201,3	1,77	220,3	1,94	239,2	2,09	254,7	2,24
0,90	131,6	1,10	161,4	1,35	186,2	1,56	208,2	1,76	228,0	1,92	246,3	2,07	271,1	2,21
0,95	132,7	1,08	162,8	1,32	182,7	1,52	210,0	1,70	229,9	1,87	248,4	2,01	265,6	2,17
1,00	123,5	1,08	151,4	1,21	174,7	1,39	195,4	1,56	214,0	1,70	231,2	1,84	247,2	1,97

## Продолжение табл. 1

Ду 450 мм

Напорное давление мм	Уклоны в тысячных																											
	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	50	0,1/c	У.м/c	0,1/c	У.м/c	0,1/c	У.м/c								
0,40	40,4	68,0	49,5	82,0	57,1	95,0	70,0	118	80,7	136	90,3	152	99,9	165	108,8	180	114,2	192	121,2	204	127,7	215	142,9	240	155,4	263	221,0	372
0,45	40,9	72,0	61,2	89,9	70,6	102	86,5	125	93,8	144	111,6	161	122,2	176	132,1	190	141,2	203	149,9	216	157,9	227	176,5	254	193,4	279	243,0	399
0,50	59,9	75,0	73,4	92,0	84,7	106	103,8	131	119,8	151	134,0	169	146,7	185	158,3	199	169,5	213	179,8	226	189,5	238	212,2	266	232,1	292	399,5	412
0,55	70,2	78,0	85,0	96,0	99,2	111	121,6	136	140,3	157	157,0	175	171,9	192	185,7	200	198,5	222	210,6	235	221,9	248,4	217	271,8	303	308,0	432	
0,60	80,5	81,0	90,6	99,9	113,8	114	139,5	140	160,9	162	160,0	181	197,1	198	222,9	214	227,7	229	241,6	262	254,5	256	284,5	286	311,8	313	445,0	445
0,65	90,5	83,0	111,1	101	129,1	117	157,1	144	181,2	155	202,7	185	221,9	203	139,8	219	255,7	234	272,0	249	286,6	262	320,4	293	351,0	321	502,0	455
0,70	100,3	84,0	122,9	103	141,8	119	173,9	146	200,5	189	244,3	189	245,6	207	265,4	223	283,8	239	301,0	253	317,2	267	354,7	298	388,6	327	547,0	483
0,75	109,2	85,0	133,9	105	154,5	121	189,4	148	219,5	171	244,4	191	267,6	209	289,1	226	309,2	242	328,0	256	345,6	270	388,4	302	423,3	331	600,0	470
0,80	117,1	86,0	143,5	105	165,5	121	203,0	149	234,1	172	261,9	192	286,8	210	309,8	227	331,3	243	351,5	258	370,3	272	414,1	304	453,0	333	644,3	472
0,85	123,6	86,5	151,3	105	174,5	121	210,0	149	245,9	171	276,1	192	302,4	210	326,7	227	349,3	243	370,6	257	390,4	271	436,6	308	478,3	332	677,0	471
0,90	127,7	86,5	150,5	104	180,5	120	221,3	147	255,3	169	285,6	183	312,7	207	337,8	224	361,3	240	383,3	254	403,8	268	451,5	299	494,6	329	702,0	467
0,95	128,7	88,0	157,8	101	182,0	117	223,1	143	257,4	165	287,9	185	315,3	202	340,8	212	364,2	233	386,9	246	407,1	261	453,2	292	498,7	320	708,0	454
1,00	119,0	75,0	146,8	92	169,4	106	207,7	131	239,5	151	268,0	159	293,4	185	317,0	199	339,0	213	359,6	225	373,9	238	423,7	266	469,1	292	659,0	412

Ду 500 мм

Напорное давление мм	Уклоны в тысячных																											
	15	2	3	4	6	8	10	12	14	15	20	25	30	50	0,1/c	У.м/c	0,1/c	У.м/c	0,1/c	У.м/c								
0,40	46,2	63,0	53,4	73,0	65,5	89	75,5	103	92,6	126	106,8	146	119,5	153	130,0	179	141,4	193	146,4	200	169,0	230	188,9	258	225,0	310	295,0	400
0,45	57,2	67,0	66,0	77,0	81,0	94	93,4	103	110,5	134	132,1	154	147,7	172	161,8	189	174,8	204	181,0	211	208,9	244	233,6	273	282,0	328	382,0	420
0,50	68,0	70,0	79,3	81	97,2	99	112,1	114	137,4	140	158,5	151	177,3	181	194,1	239,8	214	247,2	221	250,7	255	293,2	286	337,0	343	436,0	443	
0,55	80,4	73	92,8	84	113,8	103	131,3	119	161,0	145	185,7	169	207,7	188	237,4	205	245,7	222	254,4	230	293,7	265	322,4	297	395,0	356	510,0	464
0,60	92,2	75	106,5	87	130,5	106	150,5	122	184,6	150	212,9	173	238,2	194	260,0	212	281,8	229	291,8	237	336,8	274	375,5	305	456,0	371	587,0	480
0,65	103,8	77	119,8	89	147,0	109	169,5	125	207,8	154	239,8	177	268,2	193	233,7	217	317,3	235	328,5	243	379,2	281	424,0	344	508,0	375	633,0	485
0,70	114,9	78	132,7	90	162,7	111	187,6	128	230,0	157	265,4	181	295,8	202	325,0	221	351,2	239	363,6	242	419,7	285	469,3	320	581,0	382	720,0	493
0,75	125,2	79	144,6	92	177,2	112	204,4	129	250,6	158	289,1	183	323,9	205	354,6	224	388,6	242	396,2	251	457,3	289	513,3	324	610,0	390	735,0	503
0,80	136,1	80	156,9	92	189,9	113	219,0	130	268,6	159	298,0	184	345,6	206	379,5	225	410,0	243	424,5	252	490,0	291	547,7	325	551,0	392	850,0	503
0,85	141,4	79	163,3	92	200,2	113	230,9	130	283,2	159	326,7	184	365,4	205	400,1	225	432,3	243	447,6	252	515,7	290	577,7	325	655,0	391	898,0	504
0,90	146,1	79	168,9	91	207,1	111	238,8	129	292,9	157	337,8	181	377,9	203	413,2	222	447,1	240	482,9	249	534,4	287	597,5	321	720,0	386	932,0	498
0,95	150,3	77	173,6	88	212,8	108	245,4	125	300,9	153	347,1	177	388,3	198	425,2	217	459,4	234	475,7	242	549,1	280	613,9	313	725,0	376	940,0	486
1,00	137,2	70	152,5	89	194,3	99	224,1	119	274,8	140	317,0	161	354,6	181	389,3	198	419,5	214	434,4	221	501,4	255	360,6	286	674,0	343	872,0	443

Ду 600 мм

Напорное давление мм	Уклоны в тысячных																											
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	15	20	25	30	40	0,1/c	У.м/c	0,1/c	У.м/c	0,1/c	У.м/c							
0,40	61,4	98	86,8	82	106,5	101	122,6	116	137,6	130	150,8	143	173,7	166	194,3	184	212,7	201	229,8	218	238,0	225	274,7	260	365,0	348	425,0	402
0,45	75,9	81	107,4	87	131,6	107	151,0	123	169,8	138	186,1	151	214,7	174	240,2	195	263,0	213	284,1	230	294,2	238	339,6	275	436,0	370	530,0	430
0,50	91,1	64	128,8	91	158,0	112	182,2	129	207,8	144	221,4	158	257,7	182	280,3	204	315,6	223	341,0	241	353,1	250	401,6	288	552,0	390	632,0	446
0,55	106,7	67	150,9	95	185,0	116	213,4	134	232,7	150	251,7	166	301,9	189	337,7	212	369,7	232	399,4	251	413,6	260	472,4	300	640,0	464	740,0	465
0,60	122,4	69	173,1	98	212,2	120	244,7	138	273,8	155	300,1	169	346,2	195	387,2	217	420,0	239	458,1	259	474,4	268	547,6	309	732,0	415	850,0	481
0,65	137,8	71	194,9	109	238,9	123	275,6	142	308,3	158	317,9	174	389,2	200	436,0	224	472,4	245	515,8	265	534,1	275	616,5	317	831,0	428	960,0	499
0,70	152,5	72	215,7	102	264,0	125	305,0	149	341,2	161	374,0	177	431,4	204	482,5	228	522,4	250	570,9	270	591,2	280	682,4	323	923,0	435	107,0	501
0,75	166,1	73	235,0	103	288,1	127	332,3	146	371,7	163	407,5	179	470,0	207	525,8	234	575,7	253	627,0	273	644,1	283	743,4	327	100,3	441	116,0	509
0,80	178,0	73	251,9	104	308,4	127	354,1	147	398,3	164	436,7	180	503,7	208	563,4	232	616,9	254	666,5	275	690,2	285	795,7	329	106,5	441	124,0	508
0,85	187,7	73	253,6	104	329,5	127	375,6	147	420,0	164	460,6	180	536,1	207	594,0	232	650,5	254	727,7	274	840,0	328	112,0	440	131,0	501		
0,90	194,1	72	274,6	102	336,7	126	388,3	145	434,4	162	476,1	178	549,9	205	614,4	229	612,8	251	726,3	274	868,7	324	117,0	436	135,0	502		
0,95	195,7	71	276,9	100	339,5	122	394,5	141	438,0	158	481,1	173	553,8	200</td														

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 1

Ду700мм

УКЛОНЫ В ТОГДАЧНЫХ															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	40		
0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	
0.40	91.6	0.64	131.0	0.91	160.6	1.12	185.2	1.29	207.2	1.44	227.2	1.58	243.3	1.71	262.0
0.45	114.5	0.68	162.0	0.98	198.0	1.18	229.0	1.36	255.2	1.52	280.8	1.67	303.3	1.81	323.9
0.50	137.4	0.71	194.4	1.01	238.3	1.24	274.9	1.43	307.5	1.60	337.0	1.75	364.0	1.89	388.8
0.55	161.0	0.74	227.7	1.05	279.2	1.29	321.9	1.49	360.2	1.66	399.8	1.82	426.4	1.97	455.4
0.60	184.6	0.77	261.1	1.08	320.1	1.33	369.2	1.53	413.0	1.71	452.8	1.88	469.0	2.03	522.3
0.65	207.9	0.78	295.3	1.11	360.5	1.38	418.7	1.57	465.1	1.76	509.8	1.93	550.6	2.08	588.1
0.70	230.1	0.80	325.4	1.13	380.4	1.49	460.2	1.61	516.7	1.79	564.8	1.98	609.4	2.12	650.9
0.75	250.7	0.81	354.6	1.15	436.8	1.50	501.4	1.63	560.8	1.81	614.7	1.99	663.9	2.14	709.7
0.80	289.6	0.81	380.0	1.15	465.0	1.51	537.2	1.64	601.0	1.82	658.0	2.00	711.5	2.16	759.9
0.85	323.2	0.81	400.8	1.15	491.9	1.51	567.9	1.63	633.6	1.82	694.6	1.99	750.1	2.15	801.2
0.90	293.9	0.80	410.3	1.14	508.0	1.49	535.9	1.62	555.3	1.80	718.3	1.97	773.8	2.13	828.6
0.95	295.4	0.78	417.7	1.11	512.4	1.36	590.6	1.57	650.7	1.75	724.3	1.92	782.2	2.07	835.5
1.00	274.8	0.74	388.8	1.01	478.7	1.24	549.7	1.43	614.9	1.60	674.1	1.75	728.0	1.89	777.6

УКЛОНЫ В ТОГДАЧНЫХ															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	40		
0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	У.М/С	0,1/C	
0.40	132.1	0.70	163.8	0.86	186.9	1.00	229.1	1.22	266.2	1.41	295.6	1.57	324.0	1.73	349.9
0.45	163.3	0.74	200.0	0.91	231.1	1.05	283.2	1.29	326.6	1.49	369.4	1.66	400.5	1.83	422.6
0.50	196.0	0.78	240.0	0.98	277.3	1.10	339.9	1.35	392.0	1.56	430.5	1.74	480.7	1.91	519.2
0.55	227.6	0.81	281.2	1.00	324.9	1.15	398.2	1.41	459.2	1.62	513.7	1.81	553.1	1.99	609.2
0.60	253.3	0.84	322.5	1.03	372.9	1.18	456.6	1.45	526.6	1.67	599.1	1.87	645.8	2.05	697.5
0.65	295.5	0.86	362.1	1.05	419.4	1.21	514.2	1.49	593.0	1.71	663.3	1.92	727.1	2.10	783.3
0.70	323.2	0.87	403.0	1.07	464.2	1.24	569.1	1.54	638.3	1.75	734.2	1.93	804.8	2.14	859.2
0.75	351.5	0.88	438.0	1.08	503.7	1.25	570.0	1.53	719.0	1.77	799.9	1.98	876.8	2.17	907.0
0.80	333.1	0.89	469.2	1.09	542.0	1.28	664.4	1.54	766.2	1.78	857.2	1.99	919.6	2.18	1015
0.85	403.9	0.89	495.7	1.09	571.4	1.25	700.5	1.54	807.9	1.77	903.7	1.98	990.7	2.18	1070
0.90	477.8	0.88	511.6	1.08	581.0	1.24	724.5	1.52	835.5	1.75	934.7	1.96	102.3	2.15	1107
0.95	521.2	0.85	515.9	1.05	595.8	1.21	740.5	1.48	842.9	1.71	942.4	1.91	103.3	2.09	1116
1.00	392.0	0.78	480.9	0.95	554.5	1.10	679.8	1.35	784.0	1.56	877.1	1.74	961.4	1.91	1038

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 1

1 2 3

Таблица 2

Q, л/с	Dy, мм							
	15		20		25		32	
	V, м/с 1000i							
0.035	0.21	15.3						
0.040	0.24	19.4						
0.045	0.27	23.9						
0.050	0.29	28.8						
0.055	0.32	34.1						
0.060	0.35	39.9						
0.065	0.38	46.0	0.20	9.84				
0.070	0.41	52.6	0.22	11.2				
0.075	0.44	59.5	0.23	12.7				
0.080	0.47	66.9	0.25	14.2				
0.085	0.50	74.6	0.27	15.8				
0.090	0.53	82.8	0.28	17.5				
0.095	0.56	91.3	0.30	19.2				
0.10	0.59	100.2	0.31	21.1				
0.11	0.65	119.3	0.34	25.0				
0.12	0.71	139.9	0.37	29.2	0.22	8.44		
0.13	0.77	162.0	0.41	33.7	0.24	9.72		
0.14	0.82	185.7	0.44	38.5	0.26	11.1		
0.15	0.88	214.0	0.47	43.6	0.28	12.5		
0.16	0.94	237.8	0.50	49.0	0.30	14.0		
0.17	1.00	266.2	0.53	54.6	0.32	15.6		
0.18	1.06	296.1	0.56	60.6	0.34	17.3		
0.19	1.12	327.6	0.59	66.9	0.36	19.1	0.20	4.67
0.20	1.18	360.5	0.62	73.5	0.37	20.9	0.21	5.11
0.25	1.47	560.4	0.78	110.6	0.47	31.2	0.26	7.57
0.30	1.77	807.0	0.94	154.9	0.56	43.4	0.31	10.5
0.35	2.06	1098	1.09	206.4	0.65	57.5	0.37	13.8
0.40	2.36	1435	1.25	265.6	0.75	73.5	0.42	17.5
0.45	2.65	1816	1.40	336.1	0.84	91.3	0.47	21.6
0.50	2.95	2242	1.56	414.9	0.93	110.9	0.52	26.2
0.55	3.24	2712	1.72	502.1	1.03	132.5	0.57	31.1
0.60			1.87	597.5	1.12	155.8	0.63	36.5
0.65			2.03	701.2	1.21	180.7	0.68	42.2
0.70			2.18	813.3	1.31	209.6	0.73	48.4
0.75			2.34	933.6	1.40	240.6	0.78	54.9
0.80			2.50	1062	1.50	273.8	0.84	61.9
0.85			2.65	1199	1.59	309.1	0.89	69.2
0.90			2.81	1344	1.68	346.5	0.94	77.0
0.95			2.96	1498	1.78	386.1	0.99	85.1
1.00			3.12	1660	1.87	427.8	1.05	93.6
1.05					1.96	471.6	1.10	102.6
1.10					2.06	517.6	1.15	111.9
1.15					2.15	565.7	1.20	121.3
1.20					2.24	616.0	1.25	133.0
1.25					2.34	668.4	1.31	143.3
1.30					2.43	723.0	1.36	155.0
1.35					2.52	779.6	1.41	167.1
1.40					2.62	838.5	1.46	179.7
1.45					2.71	899.4	1.52	192.8
1.50					2.80	962.5	1.57	206.3
1.55					2.90	1028	1.62	220.3
1.60					2.99	1095	1.67	234.7

Q, л/с	Dy, мм													
	25		32		40		50		65		80		100	
	U, м/с	1000i												
1,65	3,08	1165	4,72	249,6	4,91	120,9	4,95	32,2	4,45	8,39				
1,70		4,78	265,0	4,95	128,4	4,80	34,0	4,47	9,08					
1,75		4,83	280,8	4,99	136,0	4,82	35,9	4,48	9,43	0,35	4,33			
1,80		4,88	297,1	4,93	143,9	4,85	37,8	4,49	9,79	0,36	4,55			
1,85		4,93	313,8	4,97	152,0	4,89	39,7	4,51	10,5	0,37	4,78			
1,90		4,99	331,0	4,91	160,5	4,89	41,8	4,52	10,9	0,38	5,01			
1,95		2,04	348,7	4,95	168,9	4,92	43,8	4,54	11,7	0,39	5,25			
2,00		2,09	366,8	4,99	177,3	4,94	45,9	4,55	12,1	0,40	5,50			
2,10		2,20	404,4	4,69	195,9	0,99	50,3	0,58	13,3	0,42	6,00			
2,20		2,30	443,8	4,95	215,0	1,04	54,8	0,60	14,1	0,44	6,52			
2,30		2,40	485,1	4,83	235,0	1,08	59,6	0,63	15,5	0,46	7,09			
2,40		2,51	528,2	4,94	255,8	1,13	64,5	0,66	16,8	0,47	7,55			
2,50		2,61	573,1	4,99	277,6	4,18	69,6	0,69	18,2	0,49	7,93			
2,60		2,72	619,9	4,97	300,2	4,22	77,9	0,71	19,2	0,51	8,52			
2,70		2,82	668,5	4,95	323,8	4,27	80,8	0,74	20,8	0,54	9,45	0,34	3,20	
2,80		2,93	718,9	4,93	340,2	4,32	86,9	0,77	21,5	0,56	10,1	0,35	3,41	
2,90		3,03	771,2	4,91	373,5	4,37	93,2	0,80	24,0	0,58	10,8	0,36	3,62	
3,00				2,39	399,7	4,41	99,7	0,82	25,0	0,60	11,4	0,38	3,85	
3,10				2,47	426,8	4,46	106,5	0,85	26,8	0,62	12,2	0,39	4,08	
3,20				2,55	454,8	4,51	113,4	0,88	28,6	0,64	12,9	0,40	4,31	
3,30				2,63	483,9	4,55	120,6	0,91	30,4	0,66	13,6	0,42	4,56	
3,40				2,71	513,4	4,60	128,1	0,94	32,3	0,68	14,4	0,43	4,81	
3,50				2,79	544,1	4,65	135,7	0,96	33,6	0,70	15,2	0,44	5,06	
3,60				2,86	575,6	4,70	143,6	0,99	35,5	0,71	15,6	0,46	5,33	
3,70				2,94	608,0	4,74	151,9	1,02	37,6	0,74	16,8	0,47	5,60	
3,80				3,02	641,4	4,79	160,0	1,05	39,7	0,75	17,2	0,48	5,87	
3,90						4,84	168,5	1,07	41,1	0,77	18,1	0,49	6,16	
4,00						4,88	177,3	1,10	43,3	0,79	18,9	0,51	6,43	
4,10						4,93	186,2	1,13	45,5	0,81	19,8	0,52	6,74	
4,20						4,98	195,4	1,16	47,8	0,83	20,9	0,53	7,03	
4,30						5,02	204,8	1,18	49,3	0,85	21,7	0,55	7,33	
4,40						5,07	214,5	1,21	51,6	0,87	22,6	0,56	7,64	
4,50						5,12	224,3	1,24	54,2	0,89	23,6	0,57	7,95	
4,60						5,17	234,4	1,27	56,8	0,91	24,6	0,59	8,28	
4,70						5,21	244,7	1,29	58,6	0,93	25,6	0,60	8,60	
4,80						5,26	255,3	1,32	61,4	0,95	26,6	0,61	8,93	
4,90						5,31	266,0	1,35	64,2	0,97	27,7	0,62	9,28	
5,00						5,35	277,0	1,38	67,1	0,99	28,8	0,64	9,63	
5,10						5,40	288,2	1,40	69,1	1,01	29,9	0,65	9,97	
5,20						5,45	299,5	1,43	72,1	1,03	30,9	0,66	10,32	
5,30						5,50	311,2	1,46	75,1	1,05	32,1	0,68	10,68	
5,40						5,54	323,1	1,49	78,2	1,07	33,3	0,69	11,05	
5,50						5,59	335,1	1,51	80,4	1,09	34,4	0,70	11,43	
5,60						5,64	347,4	1,54	83,6	1,11	35,6	0,72	11,82	
5,70						5,68	359,9	1,57	86,9	1,13	36,8	0,73	12,20	
5,80						5,73	372,7	1,60	90,2	1,15	38,1	0,74	12,59	
5,90						5,78	385,7	1,62	92,5	1,17	39,3	0,75	13,00	
6,00						5,83	398,8	1,65	95,9	1,19	40,6	0,77	13,4	
6,10						5,87	412,2	1,68	99,5	1,21	41,8	0,78	13,8	

Продолжение табл. 2

Q, n/c	D <sub>4</sub> , MM						Q, n/c	D <sub>4</sub> , MM					
	50		65		80			100		65		80	
	U/M/C	1000i	U/M/C	1000i	U/M/C	1000i	U/M/C	1000i	U/M/C	1000i	U/M/C	1000i	U/M/C
6,2	2,92	425,9	1,71	103,1	1,23	43,2	0,79	14,2	12,75	2,54	184,1	1,63	54,1
6,3	2,97	439,7	1,73	105,5	1,25	44,6	0,81	14,6	13,0	2,58	189,9	1,65	56,2
6,4	3,01	453,8	1,76	109,2	1,27	46,0	0,82	15,1	13,25	2,64	198,9	1,69	58,3
6,5			1,79	112,9	1,29	47,5	0,83	15,5	13,5	2,68	204,9	1,72	60,5
6,6			1,82	116,7	1,31	49,0	0,85	15,9	13,75	2,73	212,7	1,75	62,9
6,7			1,84	119,3	1,33	50,5	0,86	16,4	14,0	2,78	220,5	1,78	65,3
6,8			1,87	123,2	1,35	52,0	0,87	16,8	14,25	2,83	228,5	1,82	67,6
6,9			1,90	127,2	1,37	53,5	0,88	17,3	14,5	2,88	236,7	1,85	69,9
7,0			1,93	131,3	1,39	55,1	0,90	17,7	14,75	2,93	244,9	1,88	72,4
7,1			1,95	134,0	1,41	56,7	0,91	18,2	15,0	2,98	253,4	1,91	74,9
7,2			1,98	138,2	1,43	58,3	0,92	18,7	15,5	3,08	270,7	1,98	79,9
7,3			2,01	142,4	1,45	60,0	0,94	19,2	16,0			2,04	85,1
7,4			2,03	145,2	1,47	61,6	0,943	19,6	16,5			2,11	90,7
7,5			2,06	149,5	1,49	63,3	0,95	20,2	17,0			2,17	96,0
7,6			2,09	153,9	1,51	65,1	0,96	20,6	17,5			2,22	101,8
7,7			2,12	158,4	1,53	66,8	0,98	21,2	18,0			2,29	107,8
7,8			2,15	162,9	1,55	68,5	0,99	21,6	18,5			2,35	113,8
7,9			2,17	166,0	1,57	70,3	1,00	22,1	19,0			2,42	120,1
8,0			2,20	170,6	1,59	72,1	1,01	22,7	19,5			2,48	126,5
8,1			2,23	175,3	1,61	74,0	1,03	23,3	20,0			2,55	133,0
8,2			2,26	180,0	1,63	75,8	1,04	23,7	20,5			2,61	139,0
8,3			2,28	183,2	1,65	77,7	1,05	24,3	21,0			2,68	146,7
8,4			2,31	188,1	1,67	79,6	1,07	24,8	21,5			2,74	153,8
8,5			2,34	193,0	1,69	81,5	1,08	25,4	22,0			2,81	160,5
8,6			2,37	197,9	1,71	83,4	1,09	26,0	22,5			2,85	168,4
8,7			2,39	201,3	1,73	85,4	1,10	26,6	23,0			2,93	175,9
8,8			2,42	206,4	1,75	87,4	1,12	27,1	23,5			2,99	183,6
8,9			2,45	211,6	1,77	89,4	1,13	27,5	24,0			3,06	191,5
9,0			2,48	216,8	1,79	91,4	1,14	28,1					
9,1			2,50	220,3	1,81	93,5	1,16	28,7					
9,2			2,53	225,6	1,83	95,5	1,17	29,5					
9,3			2,56	230,9	1,85	97,6	1,18	30,0					
9,4			2,59	236,4	1,87	99,8	1,20	30,6					
9,5			2,61	240,1	1,89	101,9	1,21	31,2					
9,6			2,64	245,7	1,91	104,1	1,22	31,7					
9,7			2,67	251,3	1,93	106,3	1,24	32,3					
9,8			2,70	256,9	1,95	108,5	1,25	33,1					
9,9			2,73	262,7	1,97	110,7	1,26	33,7					
10,0			2,75	266,5	1,99	113,0	1,27	34,3					
10,25			2,82	280,3	2,04	118,7	1,30	35,8					
10,5			2,89	244,4	2,09	124,6	1,34	37,5					
10,75			2,96	300,8	2,14	130,7	1,37	39,3					
11,00			3,03	323,6	2,19	136,8	1,4	41,0					
11,25			3,10	338,7	2,24	143,2	1,43	42,7					
11,5				2,27	147,0	1,47	44,5						
11,75				2,34	156,2	1,50	46,4						
12,0				2,39	163,0	1,53	48,1						
12,25				2,44	169,9	1,56	49,9						
12,50				2,49	176,9	1,59	52,0						

Продолжение табл. 2

Q, $\pi/c$	D <sub>y</sub> , MM				Q, $\pi/c$	D <sub>y</sub> , MM			
	125		150			125		150	
	V, M/c	1000i	V, M/c	1000i	V, M/c	1000i	V, M/c	1000i	V, M/c
3.3	0.27	1.53			8.3	0.68	7.99	0.47	3.25
3.4	0.28	1.61			8.4	0.695	8.17	0.477	3.33
3.5	0.283	1.70			8.5	0.69	8.35	0.48	3.39
3.6	0.29	1.79			8.6	0.70	8.54	0.49	3.47
3.7	0.306	1.88			8.7	0.71	8.72	0.492	3.54
3.8	0.31	1.96			8.8	0.72	8.89	0.5	3.61
3.9	0.32	2.06			8.9	0.724	9.08	0.503	3.69
4.0	0.33	2.15			9.0	0.736	9.27	0.51	3.77
4.1	0.34	2.25	0.23	0.93	9.1	0.74	9.47	0.515	3.85
4.2	0.342	2.35	0.24	0.97	9.2	0.747	9.66	0.52	3.91
4.3	0.35	2.45	0.244	1.01	9.3	0.758	9.85	0.526	3.99
4.4	0.36	2.55	0.25	1.05	9.4	0.77	10.04	0.53	4.07
4.5	0.37	2.66	0.255	1.1	9.5	0.774	10.24	0.538	4.16
4.6	0.374	2.75	0.26	1.14	9.6	0.78	10.43	0.54	4.24
4.7	0.38	2.86	0.266	1.18	9.7	0.79	10.64	0.549	4.31
4.8	0.39	2.97	0.27	1.23	9.8	0.798	10.84	0.55	4.39
4.9	0.40	3.1	0.28	1.27	9.9	0.80	11.03	0.56	4.47
5.0	0.41	3.2	0.283	1.32	10.0	0.82	11.25	0.57	4.56
5.1	0.42	3.32	0.29	1.36	10.25	0.84	11.77	0.58	4.77
5.2	0.423	3.44	0.294	1.41	10.5	0.86	12.3	0.60	4.97
5.3	0.43	3.56	0.299	1.46	10.75	0.87	12.85	0.61	5.19
5.4	0.44	3.68	0.305	1.52	11.0	0.89	13.41	0.62	5.41
5.5	0.45	3.80	0.31	1.57	11.25	0.92	13.91	0.63	5.65
5.6	0.46	3.93	0.317	1.60	11.5	0.94	14.59	0.65	5.87
5.7	0.464	4.05	0.32	1.66	11.75	0.96	15.14	0.66	6.10
5.8	0.475	4.19	0.328	1.71	12.0	0.97	15.69	0.68	6.35
5.9	0.48	4.31	0.33	1.77	12.25	1.00	16.37	0.69	6.59
6.0	0.49	4.45	0.34	1.83	12.5	1.02	16.9	0.71	6.84
6.1	0.50	4.58	0.344	1.88	12.75	1.04	17.6	0.72	7.08
6.2	0.51	4.72	0.35	1.93	13.0	1.06	18.3	0.73	7.34
6.3	0.513	4.86	0.355	1.98	13.25	1.08	19.0	0.75	7.6
6.4	0.52	4.99	0.366	2.05	13.5	1.10	19.6	0.77	7.87
6.5	0.53	5.13	0.37	2.1	13.75	1.12	20.3	0.78	8.13
6.6	0.54	5.28	0.377	2.16	14.0	1.14	21.0	0.79	8.42
6.7	0.546	5.43	0.38	2.21	14.25	1.17	21.7	0.81	8.69
6.8	0.55	5.57	0.388	2.26	14.5	1.18	22.4	0.82	8.97
6.9	0.566	5.71	0.39	2.33	14.75	1.20	23.0	0.83	9.26
7.0	0.57	5.86	0.40	2.4	15.0	1.22	23.9	0.85	9.54
7.1	0.58	6.03	0.401	2.46	15.5	1.27	25.4	0.88	10.14
7.2	0.59	6.18	0.41	2.53	16.0	1.30	26.0	0.91	10.75
7.3	0.60	6.33	0.413	2.59	16.5	1.35	28.5	0.93	11.38
7.4	0.603	6.49	0.421	2.64	17.0	1.38	30.1	0.96	12.03
7.5	0.61	6.66	0.425	2.70	17.5	1.43	31.9	0.99	12.69
7.6	0.622	6.82	0.43	2.77	18.0	1.47	33.7	1.02	13.33
7.7	0.63	6.98	0.436	2.85	18.5	1.51	35.6	1.04	14.10
7.8	0.634	7.14	0.444	2.91	19.0	1.55	37.6	1.08	14.76
7.9	0.65	7.31	0.447	2.98	19.5	1.58	39.5	1.1	15.54
8.0	0.657	7.47	0.455	3.04	20.0	1.63	41.6	1.13	16.31
8.1	0.66	7.65	0.458	3.11	20.5	1.67	43.8	1.16	17.10
8.2	0.67	7.83	0.466	3.19	21.0	1.71	46.0	1.19	17.87

Q, л/с	D <sub>4</sub> MM				Q, л/с	D <sub>4</sub> , MM					
	125		150			150		200			
	V, м/с	1000L	V, м/с	1000L	V, м/с	1000L	V, м/с	1000L	V, м/с	1000L	
21.5	1.75	48.1	1.22	18.7	0.65	3.92	53	2.99	111.6	1.60	21.5
22.0	1.79	50.5	1.24	19.4	0.66	4.09	54			1.63	22.4
22.5	1.83	52.8	1.27	20.2	0.69	4.25	55			1.66	23.1
23.0	1.88	55.1	1.30	21.1	0.70	4.43	56			1.69	24.0
23.5	1.91	57.5	1.33	22.0	0.71	4.60	57			1.73	24.9
24.0	1.96	60.0	1.35	22.8	0.73	4.79	58			1.76	25.8
24.5	1.99	62.5	1.39	23.9	0.74	4.98	59			1.79	26.6
25.0	2.04	65.0	1.42	24.9	0.76	5.16	60			1.82	27.5
25.5	2.08	67.6	1.44	25.8	0.77	5.35	61			1.85	28.5
26.0	2.12	70.4	1.47	26.8	0.79	5.55	62			1.88	29.4
26.5	2.16	73.1	1.50	27.9	0.80	5.75	63			1.91	30.4
27.0	2.20	76.0	1.53	28.9	0.82	5.95	64			1.94	31.4
27.5	2.24	78.7	1.55	30.0	0.83	6.16	65			1.96	32.4
28.0	2.29	81.7	1.59	31.1	0.85	6.35	66			2.00	33.4
28.5	2.38	84.6	1.61	32.3	0.86	6.58	67			2.03	34.4
29.0	2.37	87.6	1.64	33.4	0.88	6.78	68			2.06	35.5
29.5	2.40	90.6	1.66	34.5	0.89	7.00	69			2.09	36.5
30.0	2.45	93.7	1.70	35.8	0.90	7.22	70			2.12	37.6
30.5	2.50	96.8	1.73	36.9	0.92	7.45	71			2.15	38.7
31.0	2.52	100.1	1.75	38.1	0.94	7.68	72			2.18	39.8
31.5	2.57	103.4	1.78	39.4	0.96	7.91	73			2.21	40.9
32.0	2.60	106.7	1.81	40.7	0.97	8.14	74			2.24	42.0
32.5	2.65	109.9	1.84	42.0	0.99	8.38	75			2.28	43.0
33.0	2.69	113.3	1.86	43.3	1.00	8.62	76			2.31	44.3
33.5	2.73	116.9	1.90	44.6	1.02	8.87	77			2.33	45.4
34.0	2.77	120.4	1.92	45.9	1.03	9.11	78			2.36	46.6
34.5	2.81	124.0	1.95	47.3	1.05	9.36	79			2.39	47.8
35.0	2.85	127.5	1.98	48.6	1.06	9.62	80			2.42	49.0
35.5	2.90	131.2	2.01	50.0	1.07	9.88	81			2.45	50.2
36.0	2.93	134.9	2.04	51.5	1.09	10.13	82			2.48	51.5
36.5	2.99	138.7	2.06	52.9	1.10	10.40	83			2.51	52.8
37.0	3.01	142.5	2.10	54.3	1.12	10.67	84			2.55	54.2
37.5			2.12	55.9	1.13	10.94	85			2.58	55.4
38.0			2.15	57.3	1.15	11.23	86			2.61	56.7
38.5			2.17	58.8	1.16	11.45	87			2.64	58.0
39.0			2.21	60.4	1.18	11.78	88			2.67	59.4
39.5			2.23	62.0	1.20	12.0	89			2.69	60.7
40.0			2.26	63.5	1.22	12.34	90			2.72	62.1
41.0			2.32	66.8	1.25	12.89	91			2.75	63.4
42.0			2.37	70.1	1.27	13.55	92			2.79	64.9
43.0			2.43	73.5	1.30	14.21	93			2.82	66.3
44.0			2.48	76.9	1.33	14.87	94			2.85	67.7
45.0			2.55	80.5	1.36	15.53	95			2.88	69.2
46.0			2.61	84.0	1.39	16.19	96			2.91	70.6
47.0			2.66	87.8	1.42	16.86	97			2.94	72.1
48.0			2.72	91.5	1.45	17.60	98			2.97	73.6
49.0			2.77	95.4	1.49	18.40	99			3.00	75.1
50.0			2.83	99.3	1.52	19.20	100			3.02	76.7
51.0			2.88	103.3	1.55	19.9	102			3.09	79.7
52.0			2.94	107.5	1.58	20.7	104				

Продолжение табл. 2

Q d/c	Ду. мм				Q d/c	Ду. мм				
	250		300			250		300		
	U.M/C	1000i	U.M/C	1000i		U.M/C	1000i	U.M/C	1000i	
10.75	0.204	0.36			31.5	0.59	2.47	0.42	1.07	
11.0	0.209	0.38			32.0	0.60	2.54	0.43	1.10	
11.25	0.214	0.39			32.5	0.61	2.61	0.44	1.13	
11.5	0.219	0.41			33.0	0.62	2.69	0.445	1.16	
11.75	0.223	0.42			33.5	0.63	2.76	0.45	1.20	
12.0	0.228	0.44			34.0	0.64	2.83	0.45	1.23	
12.25	0.233	0.45			34.5	0.65	2.91	0.466	1.26	
12.5	0.237	0.47			35.0	0.66	3.00	0.47	1.29	
12.75	0.242	0.49			35.5	0.67	3.07	0.48	1.32	
13.0	0.247	0.51			36.0	0.69	3.15	0.486	1.35	
13.25	0.252	0.52			36.5	0.695	3.23	0.49	1.39	
13.5	0.256	0.54			37.0	0.70	3.31	0.499	1.43	
13.75	0.262	0.56			37.5	0.715	3.39	0.50	1.46	
14.0	0.266	0.58			38.0	0.725	3.48	0.51	1.50	
14.25	0.272	0.59			38.5	0.736	3.51	0.52	1.54	
14.5	0.275	0.61			39.0	0.74	3.65	0.526	1.58	
14.75	0.282	0.63			39.5	0.746	3.74	0.53	1.61	
15.0	0.285	0.65			40.0	0.756	3.82	0.54	1.65	
15.5	0.292	0.69	0.20	0.30	41.0	0.776	4.01	0.55	1.73	
16.0	0.302	0.73	0.215	0.32	42.0	0.796	4.18	0.56	1.80	
16.5	0.312	0.77	0.226	0.34	43.0	0.82	4.31	0.58	1.88	
17.0	0.322	0.82	0.23	0.36	44.0	0.84	4.56	0.595	1.96	
17.5	0.332	0.86	0.236	0.37	45.0	0.86	4.75	0.60	2.04	
18.0	0.34	0.90	0.246	0.39	46.0	0.88	4.94	0.626	2.12	
18.5	0.35	0.95	0.25	0.41	47.0	0.90	5.15	0.636	2.21	
19.0	0.36	0.99	0.256	0.43	48.0	0.91	5.35	0.65	2.29	
19.5	0.37	1.04	0.267	0.45	49.0	0.93	5.57	0.67	2.39	
20.0	0.38	1.09	0.27	0.47	50.0	0.95	5.78	0.68	2.47	
20.5	0.39	1.13	0.277	0.50	51.0	0.97	5.99	0.69	2.57	
21.0	0.40	1.18	0.287	0.52	52.0	0.99	6.21	0.70	2.66	
21.5	0.40	1.23	0.29	0.54	53.0	1.00	6.43	0.72	2.75	
22.0	0.41	1.29	0.297	0.56	54.0	1.03	6.67	0.73	2.85	
22.5	0.423	1.35	0.308	0.58	55.0	1.05	6.89	0.74	2.94	
23.0	0.433	1.40	0.311	0.60	56.0	1.06	7.14	0.76	3.05	
23.5	0.44	1.45	0.32	0.62	57.0	1.08	7.37	0.77	3.15	
24.0	0.45	1.51	0.324	0.65	58.0	1.10	7.61	0.78	3.25	
24.5	0.463	1.57	0.33	0.68	59.0	1.12	7.86	0.80	3.35	
25.0	0.47	1.62	0.34	0.70	60.0	1.14	8.11	0.81	3.46	
25.5	0.484	1.68	0.345	0.73	61.0	1.16	8.37	0.82	3.56	
26.0	0.494	1.74	0.35	0.75	62.0	1.18	8.62	0.84	3.67	
26.5	0.504	1.80	0.36	0.78	63.0	1.20	8.89	0.85	3.79	
27.0	0.514	1.87	0.364	0.80	64.0	1.22	9.13	0.86	3.90	
27.5	0.524	1.93	0.37	0.84	65.0	1.23	9.42	0.88	4.01	
28.0	0.534	2.00	0.38	0.86	66.0	1.25	9.71	0.89	4.13	
28.5	0.544	2.06	0.385	0.89	67.0	1.27	10.01	0.90	4.25	
29.0	0.554	2.12	0.39	0.92	68.0	1.29	10.3	0.92	4.36	
29.5	0.564	2.19	0.40	0.94	69.0	1.31	10.6	0.93	4.48	
30.0	0.569	2.25	0.405	0.97	70.0	1.33	10.9	0.94	4.60	
30.5	0.57	2.32	0.41	1.00	71.0	1.35	11.2	0.95	4.73	
31.0	0.584	2.40	0.42	1.04	72.0	1.37	11.5	0.97	4.84	

Продолжение табл. 2

Q, л/с	Dy, мм										
	350		400		450		500		600		
		V, м/с	1000 л								
31.5	0.307	0.50	0.24	0.27							
32.0	0.316	0.52	0.245	0.277							
32.5	0.317	0.53	0.247	0.28							
33.0	0.326	0.54	0.252	0.29							
33.5	0.327	0.56	0.256	0.30							
34.0	0.336	0.57	0.257	0.308	0.205	0.173					
34.5	0.337	0.59	0.263	0.31	0.207	0.177					
35.0	0.345	0.60	0.267	0.32	0.21	0.181					
35.5	0.347	0.61	0.271	0.33	0.213	0.186					
36.0	0.356	0.63	0.274	0.34	0.216	0.190					
36.5	0.36	0.64	0.277	0.34	0.22	0.195					
37.0	0.366	0.67	0.283	0.35	0.223	0.20					
37.5	0.368	0.68	0.287	0.366	0.226	0.205					
38.0	0.375	0.70	0.288	0.374	0.229	0.21					
38.5	0.378	0.72	0.294	0.389	0.232	0.214					
39.0	0.385	0.73	0.298	0.393	0.235	0.22					
39.5	0.388	0.75	0.301	0.40	0.238	0.224					
40.0	0.395	0.76	0.305	0.41	0.241	0.23					
41.0	0.405	0.80	0.314	0.43	0.246	0.24					
42.0	0.415	0.84	0.320	0.45	0.252	0.25					
43.0	0.429	0.87	0.329	0.46	0.256	0.26	0.21	0.156			
44.0	0.439	0.91	0.339	0.48	0.265	0.27	0.213	0.162			
45.0	0.439	0.94	0.343	0.51	0.267	0.28	0.218	0.168			
46.0	0.45	0.98	0.35	0.53	0.277	0.30	0.223	0.175			
47.0	0.46	1.03	0.36	0.55	0.283	0.31	0.229	0.182			
48.0	0.47	1.06	0.37	0.57	0.287	0.32	0.234	0.187			
49.0	0.48	1.1	0.379	0.59	0.294	0.33	0.238	0.195			
50.0	0.49	1.14	0.38	0.61	0.297	0.34	0.244	0.203			
51.0	0.50	1.18	0.39	0.63	0.308	0.35	0.248	0.208			
52.0	0.51	1.23	0.40	0.66	0.313	0.36	0.253	0.217			
53.0	0.52	1.27	0.405	0.68	0.318	0.37	0.259	0.225			
54.0	0.53	1.31	0.41	0.70	0.325	0.39	0.262	0.23			
55.0	0.54	1.36	0.42	0.72	0.328	0.41	0.264	0.24			
56.0	0.55	1.41	0.428	0.75	0.336	0.42	0.272	0.247			
57.0	0.56	1.45	0.43	0.77	0.338	0.43	0.274	0.256			
58.0	0.57	1.50	0.442	0.80	0.35	0.45	0.281	0.26			
59.0	0.58	1.54	0.452	0.82	0.355	0.46	0.284	0.27			
60.0	0.59	1.6	0.458	0.85	0.359	0.47	0.29	0.28			
61.0	0.60	1.64	0.462	0.87	0.367	0.49	0.295	0.288			
62.0	0.61	1.69	0.473	0.89	0.37	0.50	0.3	0.296			
63.0	0.62	1.74	0.481	0.93	0.373	0.51	0.305	0.30	0.213	0.129	
64.0	0.63	1.79	0.488	0.96	0.385	0.53	0.31	0.31	0.218	0.132	
65.0	0.64	1.84	0.493	0.98	0.39	0.54	0.315	0.32	0.221	0.134	
66.0	0.65	1.89	0.504	1.01	0.397	0.55	0.32	0.33	0.223	0.139	
67.0	0.66	1.94	0.514	1.03	0.40	0.58	0.325	0.34	0.228	0.144	
68.0	0.67	2.00	0.519	1.07	0.41	0.59	0.33	0.35	0.231	0.145	
69.0	0.68	2.05	0.524	1.09	0.415	0.61	0.335	0.36	0.233	0.151	
70.0	0.69	2.10	0.534	1.12	0.42	0.62	0.34	0.37	0.238	0.155	
71.0	0.70	2.17	0.542	1.15	0.427	0.64	0.345	0.37	0.241	0.159	
72.0	0.72	2.22	0.55	1.18	0.43	0.65	0.35	0.38	0.243	0.163	

## Продолжение табл. 2

Q, л/с	D <sub>h</sub> , мм																	
	250	300	350	400	450	500	600	700	800									
73	1.38	11.9	0.98	4.97	0.726	2.20	0.55	1.21	0.339	0.67	0.33	0.39	0.249	0.165				
74	1.40	12.2	0.99	5.10	0.73	2.26	0.57	1.24	0.34	0.68	0.356	0.40	0.253	0.171				
75	1.42	12.5	1.02	5.23	0.74	2.31	0.576	1.27	0.35	0.70	0.365	0.416	0.253	0.176				
76	1.44	12.8	1.03	5.36	0.75	2.37	0.58	1.30	0.358	0.73	0.365	0.426	0.259	0.18				
77	1.46	13.25	1.04	5.5	0.76	2.43	0.586	1.33	0.362	0.74	0.374	0.44	0.261	0.184				
78	1.48	13.5	1.06	5.62	0.77	2.48	0.595	1.37	0.369	0.76	0.376	0.45	0.263	0.186				
79	1.50	13.9	1.07	5.75	0.78	2.54	0.60	1.40	0.37	0.77	0.381	0.46	0.268	0.192				
80	1.52	14.3	1.08	5.89	0.79	2.61	0.606	1.43	0.38	0.79	0.386	0.47	0.274	0.195				
81	1.54	14.6	1.10	6.04	0.80	2.67	0.62	1.46	0.387	0.81	0.393	0.48	0.273	0.20				
82	1.55	15.0	1.11	6.18	0.81	2.73	0.63	1.50	0.392	0.82	0.395	0.49	0.278	0.206				
83	1.57	15.4	1.12	6.32	0.82	2.79	0.64	1.53	0.39	0.84	0.403	0.50	0.282	0.21	0.212	0.208		
84	1.59	15.7	1.14	6.46	0.83	2.85	0.64	1.56	0.393	0.86	0.406	0.51	0.283	0.214	0.217	0.211		
85	1.61	16.1	1.15	6.60	0.84	2.91	0.65	1.59	0.391	0.89	0.412	0.52	0.288	0.217	0.219	0.212		
86	1.63	16.5	1.16	6.75	0.85	2.97	0.657	1.62	0.393	0.90	0.417	0.53	0.292	0.223	0.222	0.215		
87	1.65	16.9	1.18	6.89	0.86	3.05	0.664	1.67	0.393	0.92	0.423	0.54	0.293	0.227	0.224	0.217		
88	1.67	17.2	1.19	7.04	0.87	3.11	0.67	1.70	0.393	0.94	0.427	0.55	0.298	0.232	0.227	0.219		
89	1.69	17.6	1.20	7.19	0.88	3.17	0.68	1.73	0.393	0.96	0.433	0.56	0.303	0.238	0.229	0.222		
90	1.71	18.0	1.21	7.35	0.89	3.24	0.69	1.78	0.392	0.98	0.437	0.58	0.304	0.242	0.232	0.224		
91	1.72	18.4	1.23	7.50	0.90	3.30	0.695	1.81	0.39	1.00	0.441	0.59	0.305	0.247	0.235	0.226		
92	1.74	18.8	1.24	7.65	0.91	3.37	0.70	1.84	0.393	1.01	0.447	0.60	0.313	0.252	0.238	0.23		
93	1.76	19.3	1.25	7.81	0.92	3.44	0.71	1.88	0.396	1.03	0.452	0.61	0.314	0.256	0.241	0.232		
94	1.78	19.7	1.27	7.98	0.93	3.51	0.72	1.92	0.399	1.06	0.457	0.62	0.319	0.26	0.243	0.235		
95	1.80	20.0	1.28	8.15	0.94	3.58	0.726	1.96	0.391	1.08	0.461	0.63	0.323	0.266	0.246	0.237		
96	1.82	20.6	1.29	8.32	0.95	3.65	0.73	1.99	0.397	1.10	0.466	0.64	0.329	0.269	0.248	0.24		
97	1.84	21.0	1.31	8.49	0.96	3.72	0.77	2.03	0.399	1.12	0.471	0.67	0.329	0.277	0.251	0.242		
98	1.86	21.4	1.32	8.67	0.97	3.79	0.78	2.07	0.399	1.14	0.476	0.68	0.333	0.279	0.253	0.245		
99	1.87	21.8	1.33	8.86	0.98	3.86	0.755	2.11	0.399	1.16	0.477	0.69	0.334	0.287	0.256	0.247		
100	1.89	22.3	1.35	9.03	0.99	3.93	0.76	2.15	0.401	1.18	0.486	0.70	0.340	0.289	0.258	0.25		
102	1.93	23.2	1.37	9.40	1.01	4.09	0.78	2.23	0.404	1.23	0.496	0.73	0.344	0.30	0.264	0.255		
104	1.97	23.1	1.41	9.76	1.02	4.23	0.79	2.31	0.406	1.27	0.505	0.75	0.353	0.31	0.269	0.26		
106	2.02	25.1	1.44	10.1	1.04	4.38	0.81	2.39	0.356	1.31	0.518	0.78	0.36	0.32	0.273	0.164	0.21	0.087
108	2.05	26.0	1.46	10.5	1.06	4.51	0.82	2.47	0.364	1.37	0.528	0.80	0.369	0.33	0.279	0.172	0.211	0.09
110	2.09	27.9	1.49	10.9	1.08	4.70	0.84	2.56	0.357	1.41	0.538	0.83	0.373	0.34	0.283	0.175	0.218	0.093
112	2.13	27.9	1.51	11.3	1.10	4.86	0.85	2.65	0.377	1.46	0.549	0.86	0.380	0.36	0.289	0.183	0.221	0.096
114	2.17	29.0	1.54	11.7	1.12	5.03	0.87	2.73	0.387	1.50	0.559	0.88	0.388	0.37	0.294	0.189	0.226	0.099
116	22.0	30.0	1.57	12.2	1.14	5.19	0.884	2.83	0.398	1.56	0.569	0.91	0.394	0.38	0.289	0.195	0.229	0.102
118	2.24	31.1	1.59	12.6	1.17	5.36	0.90	2.92	0.398	1.60	0.569	0.95	0.401	0.39	0.303	0.201	0.231	0.105
120	2.28	32.1	1.62	13.0	1.19	5.53	0.91	3.01	0.716	1.65	0.579	0.98	0.405	0.40	0.31	0.206	0.237	0.106
122	2.32	33.2	1.65	13.4	1.21	5.70	0.855	3.10	0.739	1.71	0.589	1.00	0.414	0.41	0.313	0.213	0.241	0.112
124	2.36	34.2	1.67	13.9	1.23	5.88	0.946	3.20	0.749	1.76	0.588	1.03	0.421	0.43	0.32	0.216	0.245	0.115
126	2.39	35.4	1.70	14.3	1.25	6.05	0.97	3.29	0.759	1.80	0.61	1.06	0.425	0.44	0.323	0.226	0.249	0.118
128	2.43	36.5	1.72	14.6	1.27	6.24	0.98	3.29	0.77	1.86	0.62	1.09	0.434	0.45	0.33	0.232	0.251	0.122
130	2.47	37.7	1.75	15.3	1.29	6.44	0.99	3.39	0.78	1.91	0.63	1.12	0.444	0.46	0.334	0.236	0.257	0.126
132	2.51	38.8	1.79	15.7	1.31	6.64	1.00	3.59	0.79	1.97	0.64	1.15	0.445	0.48	0.34	0.246	0.261	0.129
134	2.54	40.4	1.81	16.2	1.32	6.85	1.03	3.69	0.81	2.03	0.65	1.18	0.455	0.50	0.344	0.252	0.265	0.132
136	2.58	41.3	1.84	16.8	1.34	7.05	1.04	3.80	0.82	2.08	0.68	1.23	0.461	0.51	0.351	0.257	0.269	0.136
138	2.62	42.4	1.87	17.2	1.36	7.26	1.06	3.89	0.83	2.13	0.67	1.26	0.466	0.52	0.351	0.265	0.271	0.139
140	2.66	43.7	1.89	17.7	1.38	7.47	1.07	4.00	0.81	2.20	0.68	1.29	0.476	0.54	0.362	0.272	0.277	0.143
142	1.92	18.2	1.90	7.89	1.08	4.11	0.85	2.25	0.69	1.32	0.482	0.55	0.364	0.277	0.281	0.147		
144	1.95	18.9	1.92	7.98	1.10	4.22	0.86	2.32	0.70	1.35	0.488	0.55	0.372	0.287	0.285	0.150		

## Продолжение табл. 2

Q, л/с	D <sub>4</sub> , мм									
	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
V, м/с	1000	V, м/с	1000	V, м/с	1000	V, м/с	1000	V, м/с	1000	V, м/с
146	1.97	19.2	1.44	8.4	1.11	4.34	0.88	2.37	0.71	1.39
148	2.0	19.7	1.46	8.64	1.13	4.94	0.89	2.43	0.72	1.49
150	2.02	20.3	1.48	8.87	1.14	4.55	0.90	2.50	0.73	1.47
152	2.05	20.9	1.50	9.11	1.16	4.67	0.91	2.56	0.74	1.50
154	2.08	21.4	1.52	9.35	1.17	4.79	0.92	2.61	0.75	1.54
157	2.12	22.3	1.55	9.71	1.20	4.96	0.94	2.71	0.76	1.58
159	2.14	22.8	1.57	9.97	1.21	5.08	0.95	2.77	0.77	1.63
161	2.17	23.4	1.59	10.2	1.23	5.20	0.96	2.85	0.78	1.66
163	2.21	24.0	1.61	10.5	1.24	5.32	0.98	2.91	0.79	1.70
165	2.23	24.5	1.62	10.8	1.26	5.44	0.99	2.98	0.80	1.75
167	2.26	25.2	1.65	11.0	1.27	5.57	1.00	3.04	0.81	1.78
169	2.28	25.8	1.67	11.3	1.30	5.71	1.02	3.11	0.82	1.82
171	2.31	26.4	1.69	11.5	1.31	5.84	1.03	3.18	0.83	1.86
173	2.34	27.0	1.71	11.8	1.33	5.98	1.04	3.25	0.84	1.90
175	2.36	27.6	1.73	12.0	1.34	6.12	1.06	3.32	0.85	1.94
177	2.39	28.3	1.75	12.4	1.35	6.26	1.07	3.39	0.86	1.98
179	2.42	28.9	1.77	12.7	1.37	6.40	1.08	3.47	0.87	2.03
181	2.44	29.6	1.79	12.9	1.38	6.55	1.09	3.53	0.88	2.07
183	2.47	30.2	1.81	13.2	1.40	6.69	1.10	3.60	0.89	2.11
185	2.50	30.9	1.83	13.5	1.41	6.84	1.11	3.68	0.90	2.15
187	2.52	31.6	1.85	13.7	1.43	6.99	1.13	3.76	0.90	2.19
189	2.55	32.2	1.87	14.0	1.44	7.14	1.14	3.83	0.91	2.24
191	2.58	33.0	1.89	14.4	1.46	7.30	1.15	3.90	0.92	2.29
193	2.61	33.6	1.90	14.7	1.47	7.45	1.16	3.99	0.93	2.33
195	2.64	34.4	1.92	15.0	1.49	7.61	1.17	4.07	0.94	2.37
197	2.66	35.0	1.94	15.3	1.50	7.76	1.19	4.14	0.95	2.42
199	2.69	35.7	1.96	15.6	1.52	7.92	1.20	4.23	0.96	2.46
202	2.73	36.8	1.99	16.0	1.54	8.15	1.21	4.34	0.99	2.54
204	2.76	37.6	2.01	16.4	1.56	8.32	1.23	4.42	1.00	2.58
206	2.78	38.3	2.03	16.7	1.57	8.49	1.24	4.49	1.00	2.63
208	2.81	39.0	2.05	17.0	1.59	8.65	1.25	4.58	1.00	2.67
210	2.83	39.8	2.07	17.3	1.60	8.81	1.26	4.67	1.02	2.72
212	2.86	40.5	2.10	17.6	1.61	8.98	1.27	4.76	1.03	2.77
214	2.89	41.4	2.12	18.1	1.63	9.16	1.28	4.95	1.04	2.82
216	2.91	42.1	2.14	18.4	1.64	9.33	1.30	4.94	1.05	2.87
218	2.94	42.9	2.16	18.7	1.66	9.50	1.31	5.04	1.06	2.93
220	2.98	43.7	2.18	19.1	1.67	9.67	1.32	5.12	1.07	2.97
222	3.00	44.5	2.20	19.4	1.70	9.86	1.33	5.22	1.08	3.01
224	3.03	45.3	2.21	19.8	1.71	10.0	1.34	5.31	1.09	3.07
226	3.06	46.1	2.23	20.2	1.73	10.2	1.36	5.41	1.10	3.19
228		2.25	20.5	1.74	10.4	1.37	5.51	1.11	3.17	3.74
230		2.27	20.8	1.76	10.6	1.39	5.60	1.12	3.22	3.76
232		2.29	21.2	1.77	10.8	1.40	5.70	1.13	3.27	3.87
234		2.31	21.6	1.79	11.0	1.41	5.79	1.14	3.33	3.96
236		2.33	22.0	1.80	11.1	1.42	5.90	1.15	3.39	4.00
238		2.35	22.3	1.82	11.3	1.44	6.00	1.16	3.44	4.08
240		2.37	22.7	1.83	11.5	1.45	6.10	1.17	3.49	4.15
242		2.39	23.0	1.85	11.7	1.46	6.20	1.18	3.55	4.22
244		2.41	23.5	1.86	11.9	1.47	6.31	1.19	3.61	4.29
246		2.43	23.9	1.88	12.0	1.48	6.41	1.20	3.65	4.35

Q, л/с	D y, мм															
	350		400		450		500		600		700		800			
	V, м/с	1000 л	V, м/с	1000 л	V, м/с	1000 л	V, м/с	1000 л	V, м/с	1000 л	V, м/с	1000 л	V, м/с	1000 л		
248	2,45	24,2	1,89	12,3	1,49	6,51	1,21	3,71	0,84	7,52	0,637	0,77	0,49	0,395		
250	2,47	24,6	1,91	12,6	1,51	6,62	1,22	3,77	0,85	7,54	0,646	0,76	0,492	0,403		
252	2,48	25,0	1,92	12,7	1,52	6,72	1,23	3,82	0,856	7,56	0,655	0,79	0,498	0,405		
254	2,50	25,5	1,94	12,9	1,53	6,83	1,24	3,88	0,86	7,58	0,656	0,80	0,50	0,415		
256	2,52	25,8	1,95	13,1	1,54	6,94	1,24	3,94	0,87	7,61	0,657	0,81	0,505	0,421		
258	2,54	26,2	1,97	13,3	1,55	7,05	1,25	4,00	0,876	7,63	0,666	0,82	0,51	0,425		
260	2,56	26,6	1,98	13,6	1,56	7,16	1,26	4,06	0,88	7,65	0,67	0,83	0,513	0,432		
264	2,60	27,5	2,01	14,0	1,59	7,38	1,28	4,19	0,897	7,70	0,68	0,86	0,523	0,444		
268	2,65	28,3	2,04	14,3	1,61	7,51	1,30	4,31	0,91	7,75	0,692	0,88	0,531	0,455		
272	2,69	29,2	2,08	14,7	1,63	7,83	1,32	4,45	0,92	7,80	0,703	0,90	0,539	0,47		
276	2,73	30,0	2,10	15,3	1,66	8,07	1,34	4,58	0,94	7,85	0,72	0,94	0,54	0,486		
280	2,77	30,9	2,14	15,7	1,68	8,30	1,36	4,71	0,95	7,90	0,73	0,96	0,553	0,496		
284	2,80	31,8	2,17	16,1	1,71	8,55	1,38	4,84	0,96	7,95	0,74	0,99	0,56	0,506		
288	2,84	32,7	2,20	16,6	1,73	8,78	1,40	4,99	0,98	8,00	0,75	1,01	0,57	0,516		
292	2,88	33,6	2,23	17,0	1,75	9,03	1,42	5,13	0,99	8,06	0,76	1,04	0,58	0,54		
296	2,92	34,6	2,26	17,5	1,79	9,28	1,44	5,27	1,00	8,11	0,77	1,06	0,583	0,55		
300	2,96	35,5	2,29	18,0	1,81	9,53	1,45	5,41	1,02	8,16	0,78	1,09	0,593	0,56		
304	3,00	36,5	2,32	18,5	1,83	9,78	1,47	5,55	1,03	8,21	0,79	1,11	0,603	0,58		
308	3,04	37,4	2,35	18,9	1,86	10,0	1,49	5,71	1,04	8,26	0,80	1,14	0,61	0,59		
312	3,08	38,4	2,38	19,5	1,88	10,3	1,51	5,85	1,06	8,32	0,81	1,17	0,618	0,61		
316			2,42	20,0	1,90	10,6	1,53	6,00	1,07	8,38	0,82	1,19	0,623	0,62		
320			2,45	20,4	1,93	10,9	1,55	6,15	1,08	8,44	0,83	1,22	0,633	0,63		
324			2,48	21,0	1,95	11,1	1,57	6,31	1,10	8,49	0,84	1,25	0,641	0,65		
328			2,51	21,5	1,97	11,4	1,59	6,47	1,11	8,55	0,85	1,29	0,649	0,66		
332			2,54	22,0	2,00	11,6	1,62	6,62	1,12	8,60	0,86	1,31	0,653	0,68		
336			2,57	23,8	2,08	11,9	1,64	6,79	1,14	8,67	0,87	1,34	0,663	0,69		
340			2,60	23,1	2,04	12,3	1,66	6,95	1,15	8,73	0,88	1,37	0,673	0,71		
344			2,63	23,7	2,07	12,5	1,68	7,11	1,16	8,79	0,89	1,40	0,681	0,72		
348			2,66	24,2	2,09	12,8	1,69	7,28	1,18	8,85	0,90	1,43	0,688	0,74		
352			2,68	24,7	2,11	13,1	1,71	7,46	1,19	8,91	0,91	1,46	0,693	0,75		
356			2,71	25,4	2,14	13,4	1,73	7,62	1,20	2,98	0,92	1,49	0,705	0,77		
360			2,74	25,9	2,16	13,8	1,75	7,79	1,22	3,03	0,93	1,52	0,714	0,78		
364			2,77	26,5	2,19	14,1	1,77	7,96	1,23	3,10	0,94	1,55	0,724	0,80		
368			2,81	27,1	2,22	14,3	1,79	8,14	1,24	3,16	0,95	1,58	0,729	0,82		
372			2,84	27,7	2,24	14,6	1,81	8,32	1,26	3,23	0,96	1,61	0,734	0,83		
376			2,87	28,3	2,26	14,9	1,83	8,50	1,27	3,31	0,97	1,64	0,743	0,85		
380			2,90	28,8	2,29	15,3	1,85	8,68	1,29	3,38	0,98	1,69	0,754	0,86		
384			2,93	29,5	2,31	15,6	1,87	8,87	1,30	3,44	0,99	1,72	0,764	0,88		
388			2,96	30,1	2,33	15,9	1,89	9,05	1,32	3,51	1,00	1,75	0,768	0,90		
392			2,99	30,8	2,36	16,3	1,90	9,24	1,34	3,60	1,01	1,78	0,774	0,91		
396			3,02	31,3	2,38	16,6	1,92	9,43	1,35	3,67	1,02	1,82	0,784	0,93		
400			3,05	32,0	2,41	17,0	1,94	9,62	1,36	3,74	1,03	1,85	0,794	0,95		
405			3,09	32,8	2,43	17,4	1,97	9,87	1,38	3,83	1,04	1,89	0,804	0,97		
410							2,46	17,8	1,99	10,1	1,40	3,93	1,06	1,93	0,814	0,99
415							2,49	18,2	2,01	10,4	1,41	4,03	1,07	1,98	0,824	1,01
420							2,52	18,7	2,04	10,5	1,43	4,12	1,08	2,03	0,834	1,04
425							2,55	19,1	2,06	10,8	1,45	4,22	1,10	2,07	0,844	1,06
430							2,59	19,6	2,09	11,1	1,46	4,32	1,11	2,12	0,854	1,08
435							2,62	20,0	2,11	11,3	1,48	4,42	1,12	2,16	0,864	1,11
440							2,65	20,5	2,13	11,6	1,50	4,52	1,13	2,21	0,874	1,13

## Продолжение таблицы №2

Q	Ди. мм					Q	Ди. мм			
	450	500	600	700	800		700	800	900	
д/с	УМ/С 1000i	УМ/С 1100i	УМ/С 1400i	УМ/С 1000i	УМ/С 1000i	УМ/С 1000i	УМ/С 1100i	УМ/С 1400i	УМ/С 1000i	
445	2.61	19.7	2.13	11.5	1.49	4.48	1.14	2.20	0.88	1.14
450	2.64	20.1	2.15	11.7	1.51	4.58	1.15	2.24	0.89	1.17
455	2.67	20.5	2.18	12.0	1.53	4.68	1.16	2.28	0.90	1.19
460	2.70	21.0	2.20	12.2	1.54	4.78	1.18	2.34	0.91	1.22
465	2.73	21.5	2.22	12.5	1.56	4.88	1.19	2.38	0.92	1.24
470	2.76	21.9	2.25	12.8	1.58	5.00	1.20	2.43	0.93	1.27
475	2.79	22.4	2.27	13.0	1.59	5.10	1.21	2.48	0.94	1.29
480	2.81	22.9	2.30	13.3	1.61	5.21	1.23	2.53	0.95	1.32
485	2.84	23.3	2.32	13.5	1.63	5.32	1.24	2.58	0.95	1.34
490	2.87	23.8	2.34	13.9	1.64	5.43	1.25	2.64	0.96	1.37
495	2.90	24.3	2.37	14.2	1.66	5.54	1.26	2.69	0.97	1.39
500	2.93	24.8	2.39	14.5	1.68	5.65	1.28	2.74	0.98	1.42
510	2.99	25.8	2.44	15.0	1.71	5.88	1.30	2.86	1.00	1.47
520			2.49	15.6	1.74	6.19	1.32	2.97	1.02	1.53
530			2.53	16.2	1.78	6.35	1.35	3.08	1.04	1.58
540			2.58	16.9	1.81	5.58	1.38	3.20	1.06	1.64
550			2.63	17.9	1.85	6.84	1.40	3.32	1.08	1.69
560			2.68	18.7	1.88	7.09	1.43	3.44	1.10	1.75
570			2.73	18.8	1.91	7.35	1.46	3.57	1.12	1.81
580			2.77	19.5	1.95	7.61	1.48	3.69	1.14	1.87
590			2.82	20.1	1.98	7.87	1.51	3.82	1.16	1.93
600			2.87	20.8	2.01	8.14	1.53	3.95	1.18	1.99
610			2.92	21.5	2.05	8.40	1.56	4.09	1.20	2.05
620			2.96	22.2	2.08	8.69	1.58	4.22	1.22	2.12
630			3.01	22.0	2.11	8.98	1.61	4.36	1.24	2.19
640			2.15	9.26	1.63	4.50	1.86	2.76	1.320	2.60
650			2.18	9.55	1.66	4.64	1.28	2.33	1340	2.64
660			2.21	9.85	1.69	4.78	1.30	2.42	1360	2.68
670			2.25	10.2	1.71	5.03	1.32	2.97	1380	2.72
680			2.28	10.5	1.74	5.08	1.34	2.95	1400	2.76
690			2.32	10.8	1.76	5.23	1.36	2.62	1420	2.80
700			2.35	11.1	1.79	5.38	1.38	2.70	1440	2.84
710			2.38	11.4	1.81	5.53	1.40	2.78	1460	2.88
720			2.42	11.7	1.84	5.69	1.42	2.85	1480	2.92
730			2.45	12.1	1.86	5.85	1.44	2.84	1500	2.95
740			2.48	12.4	1.89	6.01	1.46	3.02	1520	2.99
750			2.52	12.7	1.92	6.18	1.48	3.10		
760			2.55	13.1	1.94	6.24	1.50	3.18		
770			2.58	13.4	1.97	6.51	1.52	3.27		
780			2.62	13.8	1.99	6.58	1.54	3.35		
790			2.65	14.1	2.02	6.85	1.56	3.44		
800			2.68	14.6	2.04	7.03	1.58	3.53		
810			2.71	14.8	2.07	7.20	1.60	3.62		
820			2.75	16.2	2.09	7.38	1.62	3.71		
830			2.79	15.6	2.12	7.56	1.63	3.80		
840			2.82	16.0	2.15	7.75	1.65	3.89		
850			2.85	16.3	2.17	7.83	1.67	3.98		
860			2.89	16.7	2.20	8.19	1.69	4.08		
870			2.92	17.1	2.22	8.37	1.71	4.17		
880			2.95	17.5	2.25	8.50	1.72	4.27		
890			2.99	17.9	2.27	8.70	1.75	4.37		
900			3.02	18.3	2.30	8.89	1.77	4.47		

540  
Отпечатано ротапринтной мастерской ин-та "Центрогипрошахт"  
ул. Петра Романова, 18. Заказ 27. Тираж 53.