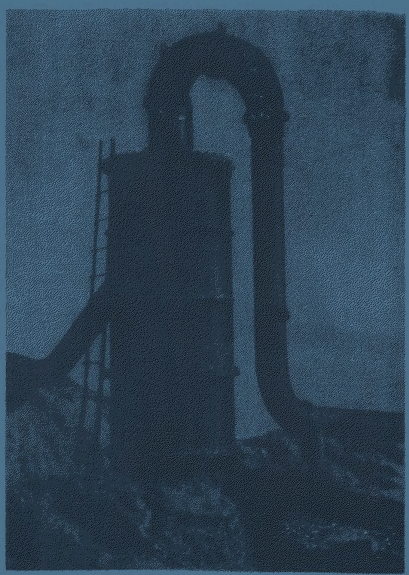
Министерство
промышленности строительных материало СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ
(ВНИИнеруд)

МЕТОДИКА
РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СГУСТИТЕЛЬНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ТИПА ГЦТ



Тольятти
1974

gost.e-ecolog.ru

Министерство
промышленности строительных материало СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ
(ВНИИнеруд)

М Е Т О Д И К А
РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СГУСТИТЕЛЬНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ТИПА ГЦТ

Тольятти
1974

УДК 621.928.44(083.9)

Методика расчета технологических параметров и рекомендации по применению сгустительно-обогатительных аппаратов типа ГЦТ. ВНИИнеруд, Тольятти, 1974.

В методике описаны назначение, устройство и принцип действия сгустительно-обогатительных аппаратов типа ГЦТ. Приведены технические характеристики этих аппаратов различных типоразмеров, разработанных и внедренных на гидромеханизированных карьерах, и методические положения по расчету основных технологических параметров. Даны рекомендации по применению новых аппаратов в технологических линиях гидромеханизированных предприятий.

© Всесоюзный
научно-исследовательский
институт нерудных
строительных материалов
и гидромеханизации
(ВНИИнеруд), 1974

Методика разработана канд.техн.наук В.А.Жученко.

В В Е Д Е Н И Е

При добыче и переработке нерудных строительных материалов гидромеханизированным способом, при намыве земляных сооружений (плотин, дамб, дорог, промплощадок и т.п.) и производстве дноуглубительных работ землесосными снарядами возникает необходимость отделить часть воды (40-60 %) от исходной гидросмеси и использовать ее для технологических целей, или вместе со сливом удалить часть пылеватых, илистых минеральных частиц (размером менее 0,I4 мм) и легких органических примесей, а сгущенную пульпу под напором по трубопроводу направить на карту намыва (склад) или для дальнейшей переработки.

Для решения этих и других технологических задач во ВНИИнеруде была разработана новая конструкция сгустительно-обогатительного аппарата для гидросмесей типа ГЦТ (гидроциклон с тангенциальным выпуском сгущенной гидросмеси)*).

В настоящее время аппараты ГЦТ находят применение на предприятиях ряда специализированных трестов (Трансгидромеханизация , Уралсибгидромеханизация , Укргидромеханизация и др.) и гидромеханизированных карьерах промышленности строительных материалов.

С каждым годом растет производственная потребность в таких аппаратах и увеличиваются масштабы внедрения. Это вызвало необходимость издания настоящего методического пособия по расчету основных технологических параметров и применению аппаратов ГЦТ в технологических линиях с напорным гидротранспортом.

Методика разработана на основе результатов лабораторных и

*) В.А.Жученко, В.Г.Волков. Авт.свид. № 285849. Бюллетень № 34, I970.

производственных исследований, выполненных во ВНИИнеруде в 1969-1974 гг. Она может быть использована при проектировании новых и реконструкции действующих предприятий по гидромеханизированной добыче и переработке грунтов, а также в производственной практике при определении оптимальных режимов операций сгущения и обогащения гидросмесей с помощью аппаратов данного типа.

I. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СГУСТИТЕЛЬНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ГЦТ

Процесс сгущения и обогащения гидросмеси в аппаратах типа ГЦТ происходит за счет использования сил центробежного поля и частично гравитации, что обеспечивает интенсификацию его работы при небольших габаритах и весе.

Институтом разработаны и применяются на практике две модели этих аппаратов: ГЦТ и его усовершенствованная модификация ГЦТм.

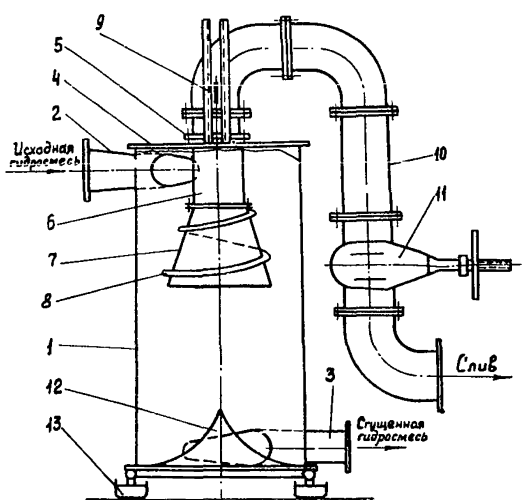


Рис.I.Схема-сгустительно-обогатительного аппарата типа ГЦТ:
I - корпус; 2- питающий патрубок; 3-отводящий патрубок; 4 - крышка; 5 - сальниковое уплотнение; 6 - сливной патрубок; 7 - раструб; 8 - струенаправляющие лопасти; 9 - стопорное устройство; I0- сливной трубопровод; II - задвижка; I2 - параболоп - дальное днище; I3 - салазки.

Схема аппарата типа ГЦТ показана на рис.I. Он состоит из цилиндрического корпуса I, в верхней части которого тангенциально установлен питающий патрубок 2, а в нижней также тангенциаль-

но по ходу вращения потока вмонтирован патрубок 3 для выпуска сгущенной и обогащенной гидросмеси. В центре плоской крышки 4 гидроциклона имеется отверстие, в котором с помощью сальникового уплотнения 5 вмонтирован цилиндрический сливной патрубок 6, оканчивающийся расширяющимся к низу раструбом 7 с закрепленными на внешней его поверхности винтовыми струенаправляющими лопастями 8. Патрубок 6 выполнен подвижным по вертикали и фиксируется в заданном положении с помощью стопорного устройства 9.К патрубку 6 присоединяется сливной трубопровод IO с регулировочной задвижкой II. Днище I2 гидроциклона выполнено параболоидальной формы, а сам он установлен на салазках I3.

Работает аппарат следующим образом. Исходная гидросмесь подводится к питающему патрубку 2, с помощью которого тангенциально вводится в цилиндрический корпус I, где образуется вихревой поток гидросмеси, спускающийся по спирали вниз. Раструб 7 с винтовыми струенаправляющими лопастями 8 усиливает закрутку потока и тем самым интенсифицирует процесс его разделения на сгущенную гидросмесь, отбрасываемую к периферии, и осветле н н у ю часть ее, заполняющую центральную часть корпуса I.Сгущенная гидросмесь, вращаясь и опускаясь по стенкам вниз, попадает в отводящий патрубок 3 для последующего гидротранспортирования, а осветленная пульпа с пылеватыми минеральными частицами и мелкими органическими включениями через раструб 7 и патрубок 6 попадает в сливной трубопровод IO, по которому отводится на сброс. Правильная организация потоков внутри гидроциклона, исключающая скопление твердого материала в центральной части днища, и интенсификация процесса сгущения обеспечиваются за счет параболоидальной формы днища I2. Настройка аппарата на заданный режим по расходу слива осуществляется с помощью задвижки II, а регулировка его по количеству грунта и крупности частиц, направляемых в слив, производится путем опускания или поднятия раструба 7.

Конструктивная схема модифицированного гидроциклона ГЦТм показана на рис.2.Он состоит из цилиндрического корпуса I,имеющего посередине накидное фланцевое соединение 2.К цилиндрической части корпуса тангенциально вварены вверху подводящий патрубок 3,а внизу отводящий патрубок 4.К подводящему патрубку подключено струенаправляющее устройство 5 с регулируемым шибером 6 рычагом 7 и стопорным приспособлением 8,а к отводящему патрубку присоединен переходной конфузор 9.Днище IO корпуса имеет парабо-

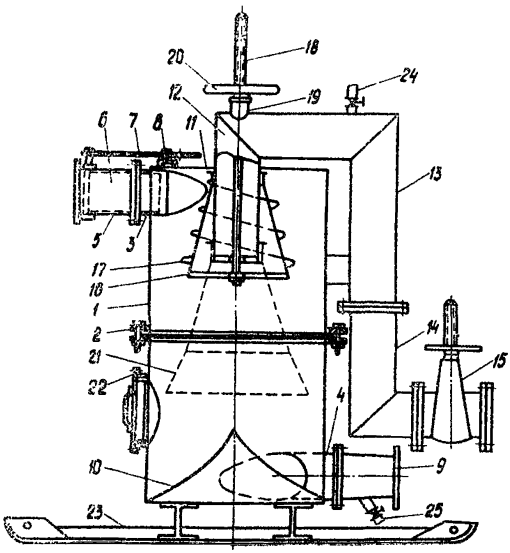


Рис.2. Схема модифицированного сгустительно-обогатительного аппарата типа ГЦТм:
1-цилиндрический корпус; 2 - накидной фланец; 3-тангенциально встроенный подводящий патрубок; 4 - тангенциально встроенный отводящий патрубок; 5-струена - правляющее устройство; 6 - струенаправляю - щий шибер; 7- рычаг; 8-стопор; 9-конфузор; 10-параболоидальное днище; 11 - крышка; 12 -сливной патрубок; 13 - сливная труба; 14-поворотное колено; 15-задвижка; 16- раструб; 17-струенаправляющая спираль; 18-регулировочный шток раструба; 19-уплотнение штока; 20- маховик; 21-наставка раструба; 22-люк ревизии; 23-салазки; 24- вентиль; 25 - задвижка.

лоидальную форму, а в центре плоской крышки II вварен сливной цилиндрический патрубок I2, переходящий в сливную трубу I3, оснащенную поворотным коленом I4 и регулировочной задвижкой I5. На конец сливного патрубка, входящего внутрь корпуса гидроциклона, одет подвижный по вертикали раструб I6, на наружной поверхности которого наварены струенаправляющие винтовые лопасти I7. Для обеспечения перемещения раструб снабжен винтовым стержнем I8, выходящим наружу через сальниковое уплотнение I9 и имеющим регулировочную гайку с маховиком 20. Раструб снабжен дополнительной наставкой 2I, которая приваривается к нему в необходимых случаях, предусматривающих повышенный сброс мелких фракций песка для увеличения его модуля крупности. В нижней половине корпуса гидроциклона встроен люк 22 с крышкой, имеющей обтекатель, восполняющий вырезанную часть корпуса. Гидроциклон снабжен салазками 23, на которых он может устанавливаться в вертикальном и горизонтальном положениях. Для повышения абразивостойкости цилиндрическая часть гидроциклона, его параболоидальное днище, входное струенаправляющее устройство, входной и выходной патрубки имеют износостой-

кую наплавку. Для впуска и выпуска воздуха на верху сливной трубы I3 установлен вентиль 24, а для аварийного выпуска гидросмеси из аппарата на патрубке 9 смонтирован кран (задвижка) 25.

Действие и настройка гидроциклона на заданный режим состоят в следующем. Песчаная или песчано-гравийная гидросмесь непосредственно от земснаряда или от любой гидротранспортной системы под напором подается через струенаправляющее устройство 5 и тангенциально подключенный подводящий патрубок 3 внутрь цилиндрического корпуса I. Здесь происходит закрутка потока гидросмеси (образуется центробежное поле) и разделение твердого состава гидросмеси по сечению аппарата. Этому способствуют винтовые лопасти I7.

Частицы твердого материала крупнее 0,I4 мм прижимаются к периферийной части корпуса, а центральную зону его заполняет осветленная вода, в основном с частицами менее 0,I4 мм.

Сгущенная гидросмесь, по винтовой линии опускаясь в нижнюю часть корпуса, через тангенциально подключенный отводящий патрубок 4 и конфузор 9 поступает в трубопровод сгущенной и обогащенной гидросмеси, по которому транспортируется на карту намыва или для дальнейшей технологической переработки в гидравлических аппаратах или машинах. При этом параболоидальное днище I0 препятствует скапливанию в центральной части твердого материала и исключает закупорку отводящего патрубка.

Осветленная часть гидросмеси с легкими растительными включениями через сливной патрубок I2 и сливную трубу I3 отводится на сброс. Расход слива регулируется задвижкой I5.

Регулировку количества твердого материала, направляемого в слив, и крупность его осуществляют за счет поворота ниберa 6 струенаправляющего устройства 5 и опускания раструба I6 с помощью рычага 7 и маховика 20 винтового привода.

В тех случаях, когда требуется значительное увеличение модуля крупности песка и доведение содержания зерен крупнее 0,63 мм до норм ГОСТа (более 50 %), к раструбу I6 приваривают дополнительную наставку 2I.

Относительное заданное расположение подводящего, отводящего и сливного трубопроводов, обусловленное компоновкой технологической линии и расположением складов продукции и хвостов, обеспечивается за счет накидного фланцевого соединения 2 и поворотного колена I4.

Осмотр и профилактический ремонт внутренней части корпуса гидроциклона осуществляют с помощью люка (лаза) 22.

Усовершенствованный аппарат ГЦТм по сравнению со своим прототипом имеет следующие конструктивные и эксплуатационные преимущества:

- подводящий патрубок снабжен струенаправляющим устройством с регулируемым вибером, что позволяет в широких пределах изменять входную скорость потока гидросмеси и производить настройку аппарата на оптимальный режим при значительных (в 1,5 - 2 раза) изменениях расхода подачи;

- подъем и опускание раструба производится без изменений положения сливной трубы по высоте, что значительно упрощает операцию настройки аппарата на заданный режим по количеству и крупности материала, направляемого в слив;

- разъемное соединение корпуса выполнено с накидным фланцем, что обеспечивает удобную относительную ориентацию входного и выходного патрубков в соответствии с положением подводящего и отводящего пульпопроводов технологической линии;

- в нижней части корпуса предусмотрен люк ревизии, обеспечивающий удобство при осмотрах и ремонте внутренних частей аппарата.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТОВ ГЦТ

Как показали исследования и опыт промышленной эксплуатации гидроциклонов типа ГЦТ, они имеют широкую область применения в технологии гидромеханизированных работ. Основные технологические схемы с использованием этих аппаратов представлены на рис. 3-9.

На рис.3 показана компоновочная схема установки аппарата ГЦТ на землесосном снаряде, в которой он выполняет роль сепаратора гидросмеси с использованием осветленного слива для гидрорыхления грунта в забое и эжектирования во всасывающей трубе. По этой схеме грунтовый насос I засасывает водогрунтовую смесь и по трубопроводу 2 под напором подает в гидроциклон 3 типа ГЦТ, в котором происходит ее разделение на сгущенную пульпу, поступающую в напорный пульпопровод 4, и осветленный слив, направляемый по трубопроводу 5 в коллектор 6 грунтозаборного устройства, откуда он подается к разрыхляющему 7 и эжектирующему 8 гидронасадкам.

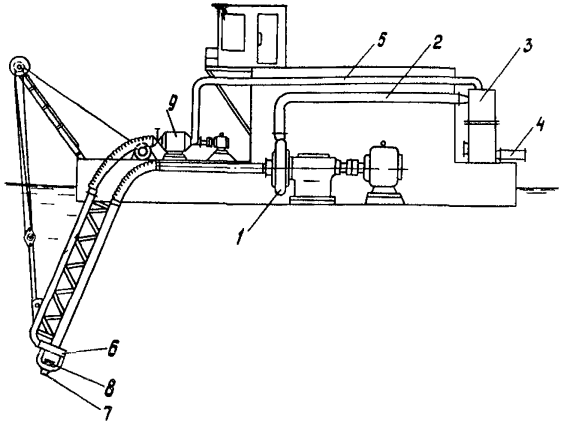


Рис.3. Схема установки аппарата ГЦТ на землесосном снаряде: I- грунтовый насос; 2-напорный трубопровод исходной гидросмеси;3-гидроциклон типа ГЦТ;4-напорный трубопровод сгущенной гидросмеси; 5-трубопровод осветленного слива;6-коллектор грунтозаборного устройства; 7-разрыхляющий насадок; 8-эжектирующий насадок;9-корнерезное устройство.

При работе земснаряда на участках, засоренных легкими растительными включениями, которые в процессе работы могут попасть в сливной трубопровод, в линию последнего включают специальное корнерезное устройство 9, предназначенное для измельчения этих включений и предотвращения тем самым закупорки гидравлических насадков.

Такое применение аппарата ГЦТ позволяет интенсифицировать процесс грунтозабора на землесосном снаряде без установки специального водяного насоса и подавать на карты намыва или в шаланды гидросмесь высокой консистенции, что сокращает простои из-за размыва обвалований на картах и уменьшает потери грунта в процессе его намыва или погрузки.

По данной схеме институтом разработан проект технологического оборудования применительно к земснаряду типа ЗГМ-I-350-А для Днепропетровского СУ-635 треста "Укргидромеханизация".

На рис.4 показана схема подключения аппарата ГЦТ в гидротранспортную систему с перекачивающими станциями. Земснаряд I добывает и подает водогрунтовую смесь в гидроциклон 2 типа ГЦТ, который обеспечивает сгущение и обогащение гидросмеси,направляя в слив 40-50 % от исходного ее расхода. Сгущенная гидросмесь от гидроциклона по пульпопроводу меньшего диаметра, чем подводящий, поступает в одну или несколько перекачивающих станций 3, оборудованных грунтовыми насосами в 2 раза меньшей производительности по гидросмеси, чем насос, установленный на земснаряде, и да-

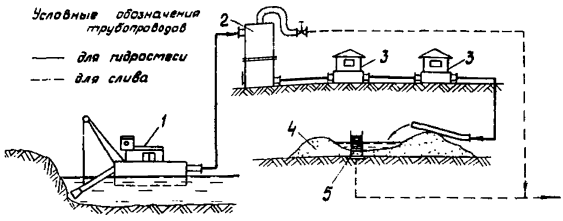


Рис.4. Схема подключения аппарата ГЦТ в гидротранспортную систему с перекачивающими станциями: 1 - земснаряд; 2-гидроциклон типа ГЦТ; 3-перекачивающие станции; 4 - карта намыва; 5-водосбросной колодец.

лее - на карту намыва 4. Места установки гидроциклона и перекачивающих станций выбираются из расчета полного использования напора, развиваемого по ступеням грунтовыми насосами земснаряда и перекачивающих станций.

За счет сгущения гидросмеси экономическая эффективность складывается из следующих элементов:

- уменьшения типоразмера, а следовательно, габаритов и мощности грунтонасосных агрегатов перекачивающих станций;
- уменьшения габаритов и мощности вспомогательного оборудования перекачивающих станций;
- уменьшения стоимости сооружения плавучих или береговых корпусов перекачивающих станций;
- уменьшения металлоемкости и стоимости пульпопроводов, уложенных за гидроциклоном;
- уменьшения затрат электроэнергии на перекачку гидросмеси;
- уменьшения затрат на обслуживания перекачивающих станций;
- сокращения простоев из-за подготовки обвалований на картах намыва;
- уменьшения потерь грунта на картах намыва.

Последние два элемента особенно значимы при намыве узкопрофильных сооружений. Кроме операции сгущения, по данной схеме

с помощью аппарата ГЦТ можно одновременно производить обогащение песчаной и песчано-гравийной гидросмеси за счет выделения и слива значительной части мелких (менее 0,14 мм) фракций грунта или фракций 0,14-0,315 мм и 0,315-0,63 мм, если требуется поднять модуль крупности песка и привести в соответствие требование ГОСТа в отношении процентного содержания в песке зерен крупнее 0,63 мм.

При обеспечении гидротранспорта одним земснарядом без перекачивающих станций, показанная на рис.4 схема значительно упрощается, а эффективность использования гидроциклона уменьшается. В этом случае эффект будет получен за счет обогащения материала и сокращения потерь времени на подготовку карт намыва, а также за счет уменьшения потерь материала, унесенного с карт.

По схеме рис.4 СУ-474 треста "Трансгидромеханизация" был организован гидротранспорт песка на расстояние около 9 км для сооружения основания автодороги в районе г.Куйбышева.

По упрощенной схеме без перекачивающих станций аппараты ГЦТ, как сгустители песчаной пульпы, эксплуатировались в управлениях СУ-476 (г.Ростов-на-Дону) и СУ-479 (г.Уфа), а в качестве обогатительного устройства по удалению части мелких примесей из песка на гидромеханизированном карьере "Восток" треста "Железобетон" Главвладивостокстроя (г.Владивосток).

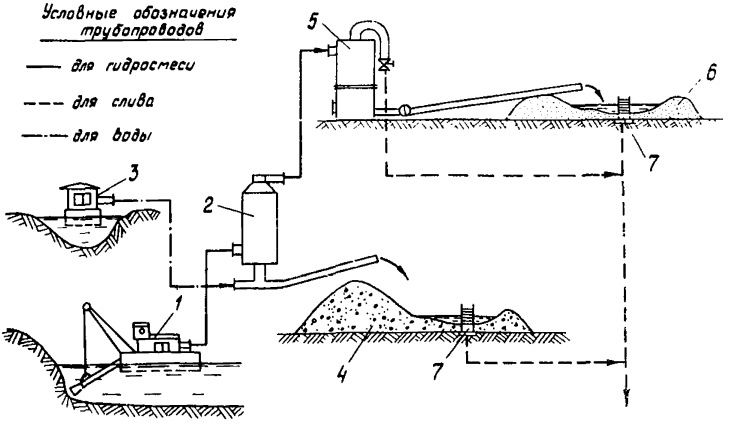


Рис.5.Схема цепи аппаратов по переработке песчано-гравийной смеси в напорном потоке с использованием гидроциклона типа ГЦТ: I - земснаряд;2-гидроклассификатор;3-насосная станция дополнительной воды;4-склад гравия;5-аппарат ГЦТ; 6-склад обогащенного песка; 7-водосбросные колодцы.

На рис.5 дана технологическая схема цепи аппаратов по переработке песчано-гравийной смеси в напорном потоке с помощью гидроклассификатора (гравиевыделителя) и гидроциклона ГЦТ. По этой схеме земснаряд I добывает песчано-гравийную смесь и подает в гидроклассификатор 2, получающий от насосной станции 3 дополнительную воду на классификацию и гидротранспортирование крупного продукта (гравия) на намывной склад 4. Песчаная гидросмесь из гидроклассификатора подается в гидроциклон 5, выделяющий в слив необходимое количество мелких фракций из исходного материала. После гидроциклона обогащенная и сгущенная песчаная гидросмесь поступает на намывной склад 6.

Здесь эффективность достигается за счет сгущения и обогащения песчаной гидросмеси.

По такой схеме аппараты ГЦТ внедрены на гидромеханизированном карьере "Северный" Краснодарского края, на Пермском песчано-гравийном карьере производственного объединения "Железобетон" и в Мгинском карьероуправлении Главленстройматериалов.

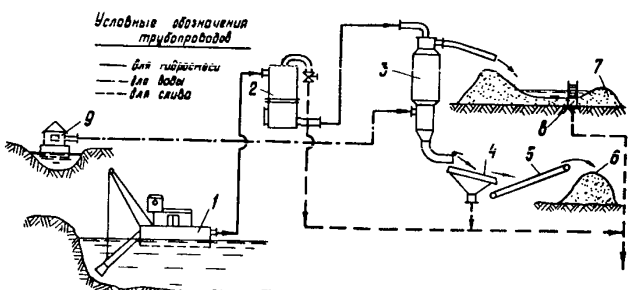


Рис.6. Схема цепи аппаратов по переработке песка в напорном потоке:
I - земснаряд; 2 - аппарат ГЦТ; 3 - гидроклассификатор; 4 - обезвоживающее устройство; 5 - конвейер; 6 - склад крупного продукта; 7 - склад мелкого продукта; 8 - водосбросной колодец; 9 - насосная станция.

На рис.6 представлена схема цепи аппаратов по переработке песка и песчано-гравийной смеси с небольшим (около I5 %) содержанием гравия, предусматривающая использование сгустительно-обогатительного аппарата ГЦТ и гидроклассификатора. Песчаная гидросмесь земснарядом I подается в гидроциклон 2 для сгущения

и обогащения за счет отделения в слив необходимого количества мелких фракций. Сгущенная и обогащенная гидросмесь поступает в гидроклассификатор 3 для фракционирования, откуда крупный продукт через затвор выгружается на обезвоживатель 4 и далее конвейером 5 подается на склад 6, а мелкий продукт в виде гидросмеси по трубопроводу транспортируется на намывной склад 7.

По данной схеме экономическую эффективность получают за счет обогащения материала, использования гидроклассификаторов значительно меньшей производительности по гидросмеси, а следовательно, меньших габаритов и сокращения времени на подготовительные операции на картах намыва.

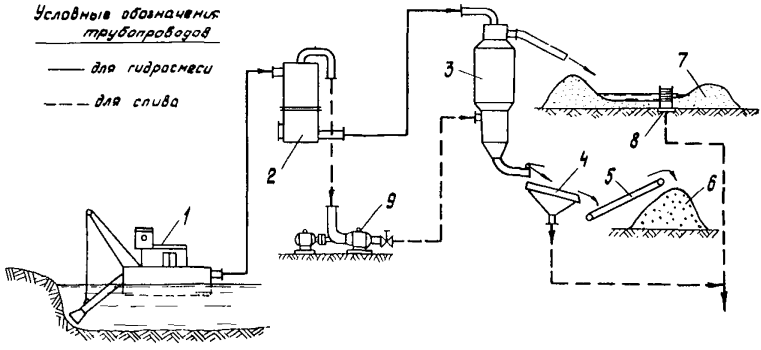


Рис.7. Схема цепи аппаратов с использованием гидроциклона типа ГЦТ в качестве осветлителя гидросмеси:
1 - земснаряд; 2 - аппарат ГЦТ; 3 - гидроклассификатор; 4 - обезвоживатель; 5 - конвейер; 6 - склад крупного продукта; 7 - склад мелкого продукта; 8 - водосбросной колодец; 9 - осевой насос.

На рис.7 показана схема цепи аппаратов, где гидроциклон ГЦТ применен как сгуститель продуктивной части песчаной гидросмеси и осветлитель слива, используемого в гидроклассификаторе вместо дополнительной воды. Для создания необходимого перепада давления, стабилизации расхода и интенсификации подачи слива из гидроциклона в классификатор в технологическую схему включен низконапорный осевой насос 9.

Использование аппаратов ГЦТ по данной схеме позволяет отказаться от сооружения насосных станций с высоконапорным насос-

ным агрегатом для подачи дополнительной воды на классификацию и прокладки водоподводящих коммуникаций, а также применять гидроклассификаторы значительно меньшей производительности. Отобранная из потока гидросмеси осветленная часть ее может быть использована и для других технологических целей (промывка материала в моечных машинах и на виброгрохотах, гидротранспортирование зернистых материалов и пр.).

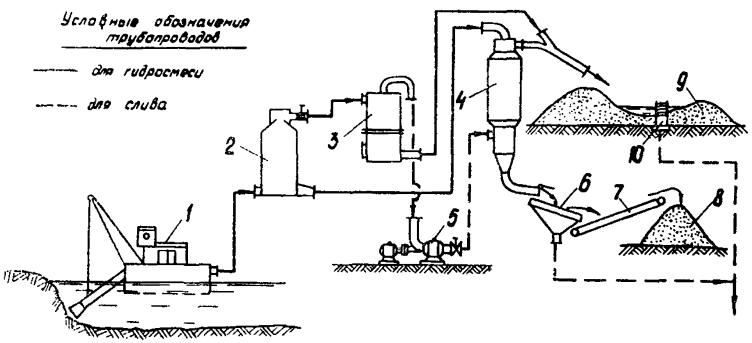


Рис.8. Схема цепи аппаратов с использованием гидроциклона типа ГЦТ в комплексе с аппаратом ОГВ:
1 - земснаряд; 2 - аппарат ОГВ; 3 - гидроциклон типа ГЦТ; 4 - гидроклассификатор; 5 - осевой насос; 6 - обезвоживатель; 7 - конвейер; 8 - склад крупного продукта; 9 - склад мелкого продукта; 10 - водосбросной колодец.

На рис.8 дана схема цепи аппаратов по разделению песчано-гравийной смеси на песок и гравий, в которой гидроциклон типа ГЦТ, так же как и в предыдущем случае, выполняет роль осветлителя пульпы, отобранной из напорного потока. По этой схеме земснаряд I подает песчано-гравийную гидросмесь в гравитационный пульподелитель 2, который настроен на такой режим, когда через его сливной патрубок выходит только песчаная пульпа без примесей гравия, поступающая затем в гидроциклон 3.

Сгущенная и обогащенная за счет отделения значительной части песка песчано-гравийная гидросмесь через отводящий патрубок пульподелителя подается в гидроклассификатор (гравиевыделитель) 4, который на классификацию материала вместо воды использует осветленный слив гидроциклона. Сгущенная песчаная гидросмесь из

гидроциклона соединяется с потоком гидросмеси мелкого продукта классификатора и транспортируется на карту намыва песка. Осевой насос 5 выполняет ту же роль, что и в схеме рис.7.

Включение в технологическую цепь аппарата ГЦТ в комплексе с пульподелителем типа ОГВ конструкции ВНИИнеруда позволяет выделять из напорного потока высокоабразивной песчано-гравийной гидросмеси воду (осветленный слив) и использовать ее для технологических целей. При этом, помимо прямой экономической эффективности, получают значительный косвенный эффект за счет экономии водных ресурсов.

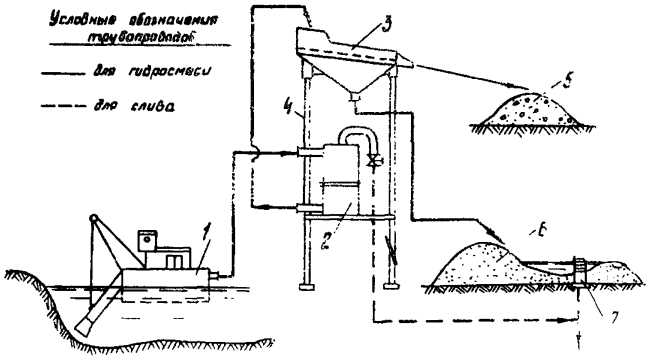


Рис.9. Схема цепи аппаратов с использованием гидроциклона типа ГЦТ в комплексе с виброгрохотом
1 - земснаряд; 2 - аппарат ГЦТ; 3 - виброгрохот; 4 - опора; 5 - склад крупного продукта; 6 - склад мелкого продукта; 7 - водосбросной колодец.

На рис. 9 изображена схема цепи аппаратов с использованием гидроциклона типа ГЦТ в комплексе с виброгрохотом. Здесь земснаряд I подает песчаную или песчано-гравийную гидросмесь в гидроциклон 2, выполняющий роль сгустителя-обогатителя. В слив удаляются мелкие фракции, а сгущенная и обогащенная гидросмесь подается на виброгрохот 3 для разделения по заданной крупности. Гидроциклон и виброгрохот удобно располагать на специальной опоре 4, выполненной в виде этажерки. В зависимости от технологических условий вместо виброгрохота могут быть использованы конический или спиральный гидрогрохоты.

Установка гидроциклона ГЦТ в технологической линии перед вибрационным или другим грохотом, помимо отделения мелких ке-

продуктивных примесей, позволяет разгрузить просеивающие поверхности этих аппаратов и применять оборудование меньших типоразмеров.

Институтом разработан проект установки оборудования по данной схеме применительно к самоотвозному землесосному снаряду "Азовский" для обогащения морских песков за счет отделения мелких пылевидных примесей и морской ракушки.

Кроме основных схем применения аппаратов ГЦТ, показанных на рис.3-9, возможны различные их комбинации. Причем вместо земснаряда в технологические линии могут быть включены другие добычные и гидротранспортные средства, создающие необходимый напор для работы гидроциклона.

3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СГУСТИТЕЛЬНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ГЦТ

С учетом заданий на технологическое проектирование или после соответствующих расчетов технологических операций, предшествующих операции, выполняемой аппаратом ГЦТ, обычно бывают известны исходные данные:

$Q_{п,исх}$ - расход исходной гидросмеси (подаваемой в гидроциклон), м^3/ч;

$\gamma_т$ - удельный вес грунта в плотном теле, т/м^3;

$\gamma_о$ - удельный вес воды, принимаемый обычно равным I,т/м^3;

$\gamma_{п,исх}$ - объемный вес исходной гидросмеси, т/м^3;

$\lambda_{исх}$ - содержание грунта по фракциям в исходном материале (зерновой состав), %;

H_1 - напор на входе в гидроциклон, м вод.ст.

В зависимости от технологических требований расчетом могут быть определены следующие параметры:

$Q_{т,сл}$ - весовой расход твердого материала в сливе, т/ч;

$Q_{т,сг}$ - весовой расход твердого в сгущенной гидросмеси,т/ч;

$Q_{п,сл}$ - расход гидросмеси слива, м^3/ч;

$Q_{п,сг}$ - расход сгущенной гидросмеси, м^3/ч;

$\gamma_{п,сл}$ - объемный вес гидросмеси слива, т/м^3;

$\gamma_{п,сг}$ - объемный вес сгущенной гидросмеси, т/м^3;

α - относительный расход слива, выраженный в долях единицы или в %;

ε - извлечение грунта в слив по фракциям, %;

β - выход грунта в слив, %;

$\lambda_{сл}$ - зерновой состав материала слива, %;

$\lambda_{сг}$ - зерновой состав сгущенного продукта, %;

d_{90} - размер частиц грунта в сливе, соответствующий 90% на кривой зернового состава, мм;

S_c - степень сгущения или относительное сгущение водогрунтовой смеси;

H_2 - напор на выпускном патрубке сгущенной гидросмеси, м вод.ст.;

H_3 - напор на сливном патрубке, м вод.ст.;

$H_{пот}$ - потери напора в аппарате, м вод.ст.

Некоторые из вышеперечисленных параметров требуют дополнительного пояснения их физической сущности. Так, относительный расход слива представляет собой отношение расхода гидросмеси слива к расходу исходной пульпы

$$\alpha = \frac{Q_{п,сл}}{Q_{п,исх}} 100 = \frac{Q_{п,сл}}{Q_{п,сг} + Q_{п,сл}} 100.$$

Извлечение грунта (твердого материала) i - ной фракции в слив представляет собой отношение весового количества сухого твердого этой фракции в сливе к количеству его в исходном материале и определяется выражениями

$$\varepsilon_i = \frac{Q_{т,сл}\, c_i}{Q_{т,сг} b_i + Q_{т,сл} c_i} 100 = \frac{Q_{т,сл}\, c_i}{Q_{т,исх}\, a_i} 100$$

и

$$\varepsilon_i = \frac{\beta c_i}{a_i},$$

где $Q_{т,исх}, Q_{т,сг}$ и $Q_{т,сл}$ - весовой расход твердого материала соответственно в исходной гидросмеси, сгущенной гидросмеси и в сливе, т;

a_i, b_i и c_i - содержание i -ной фракции соответственно в исходном материале, обогащенном продукте и в сливе, %.

Выход грунта (твердого материала) в слив представляет собой отношение веса сухого материала в сливе к весу сухого мате-

риала, содержащегося в исходной гидросмеси, и определяется соотношением

$$\beta = \frac{Q_{т,сл}}{Q_{т,исх}} 100 = \frac{Q_{п,сл} K_{сл}}{Q_{п,исх} K_{исх}} 100 =$$

$$= \frac{Q_{п,сл}\left(\frac{\gamma_{п,сл}}{\gamma_т} - 1\right)}{Q_{п,исх}\left(\frac{\gamma_{п,исх}}{\gamma_т} - 1\right)} 100 \approx \frac{Q_{п,сл}\left(\gamma_{п,сл} - 1\right)}{Q_{п,исх}\left(\gamma_{п,исх} - 1\right)} \cdot 100,$$

где $K_{исх}$ и $K_{сл}$ - весовая консистенция гидросмеси соответственно исходной гидросмеси и слива в %.

Формула для расчета консистенции имеет вид

$$K = \frac{\gamma_п - \gamma_в}{\gamma_т - \gamma_в} \cdot \frac{\gamma_т}{\gamma_п} 100.$$

Степень сгущения гидросмеси S_c - параметр, показывающий, во сколько раз сгущенная гидросмесь больше насыщена грунтом, чем исходная, и определяемый отношением консистенций

$$S_c = \frac{K_{сг}}{K_{исх}},$$

где $K_{сг}$ - весовая консистенция сгущенной гидросмеси.

Для определения степени сгущения могут быть использованы и другие значения консистенции, например, объемной. Величина определяемого показателя от этого не изменится.

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АППАРАТОВ ГЦТ

При проектировании технологических линий с применением сгустительно-обогатительных аппаратов типа ГЦТ порядок выбора и расчета основных технологических параметров состоит в следующем.

I. В зависимости от заданного расхода исходной гидросмеси $Q_{п,исх}$ и крупности исходного материала по табл.I подбирают соответствующий типоразмер аппарата.

2. Расход слива и сгущенной гидросмеси определяют соответ-

Таблица I

Технические характеристики аппаратов ГЦТ

Элементы характеристики	Типоразмеры аппаратов			
	ГЦТ-I500	ГЦТ-2000	ГЦТ-2000м	ГЦТ-4500
Расход исходной гидросмеси, м³/ч	900-I500	I500-2000	I500-2200	3000-4500
Потери напора в аппарате, м вод.ст.	2,5-6	3-5,5	2,5-6	3-5
Перерабатываемый материал	Песок	Песок	Песчано-гравийная смесь	Песок
Высота цилиндрического корпуса, мм	2600	4000/3000	3000	4500
Диаметр корпуса, мм	I400	I600	I600	2400
Входной диаметр подводящего патрубка, мм	300	400	400	600
Выходной диаметр патрубка сгущенной гидросмеси, мм	250	300	300	400
Расстояние между осями входного и сливного патрубков, мм	800	I000	500	I200
Конструкция корпуса	Цельносварная без футеровки	Разборная без футеровки	Разборная с абразивостойкой футеровкой	Цельносварная без футеровки
Конструкция входного патрубка	С регулируемым шибером	Без шибера	С регулируемым шибером	Без шибера
Общий вес аппарата с опорными салазками, кг	6020	6850	6900	9I00

ственно из соотношений

$$Q_{n,сл} = \frac{\alpha Q_{n,исх}}{100}, \qquad (I)$$

$$Q_{п,сг} = \frac{(100-\alpha)Q_{п,исх}}{100}. \qquad (2)$$

3. С учетом заданных параметров $Q_{п,исх}$, $\gamma_{п,исх}$, $\gamma_т$ и $\gamma_о$ определяют весовой расход твердого материала в исходной гидросмеси по формуле

$$Q_{т,исх} = \frac{\gamma_{п,исх} Q_{п,исх} K_{исх}}{100} = Q_{п,исх}\,\gamma_т \left(\frac{\gamma_{п,исх} - \gamma_о}{\gamma_т - \gamma_о}\right) \qquad (3)$$

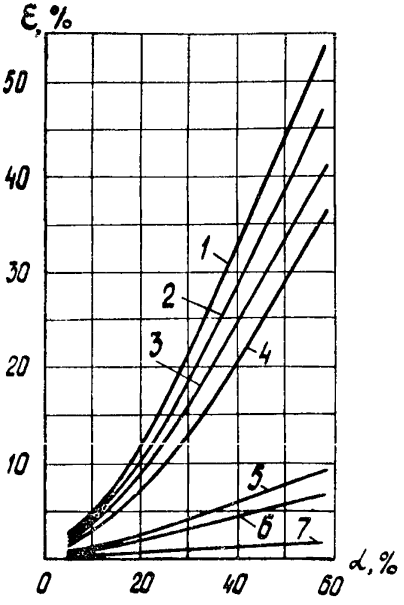


Рис.10. Зависимость извлечения твердого материала в слив по фракциям от относительного расхода слива: 1,2,3 и 4 - извлечение фракции менее 0,14 мм для исходного материала п р и $\lambda_{0,315}$ равном соответственно 10,35,60 и 85%; 5 и 6-извлечение фракции 0,14 - 0,315 мм для исходного материала при $\lambda_{0,315}$, равном соответственно 10 и 85 %; 7 - извлечение фракции 0,315-0,63 мм.

4. С учетом решаемой технологической задачи по графикам рис.10 или по формулам(4)-(6)определяют пофракционное извлечение твердого материала в слив по заданному относительному расходу слива α и содержанию в исходном материале частиц диаметром менее 0,315 мм $\lambda_{0,315}$ или наоборот.

Для фракции менее 0,I4 мм

$$\varepsilon_{0,14} = I,38324 + 0,58946\,\alpha + 0,0I574\lambda_{0,3I5} + 0,0072\alpha^2 + 0,00006\lambda^2_{0,3I5} - 0,00442\alpha\lambda_{0,3I5}. \quad (4)$$

Для фракции 0,I4 - 0,3I5 мм

$$\varepsilon_{0,3I5} = -0,68984 + 0,I2932\,\alpha + 0,05493\lambda_{0,3I5} + 0,00059\alpha^2 - 0,0005\lambda^2_{0,3I5} - 0,00059\alpha\lambda_{0,3I5}. \quad (5)$$

Для фракции 0,3I5 - 0,63 мм

$$\varepsilon_{0,63} = 0,I5083 + 0,0I683\alpha + 0,00022\alpha^2. \quad (6)$$

5. Выход грунта (твердого материала) в слив определяют по формуле

$$\beta = \frac{\sum \varepsilon_i a_i}{100}. \quad (7)$$

6. Содержание i-ной фракции материала в сливе находят из соотношения

$$c_i = \frac{\varepsilon_i a_i}{\sum \varepsilon_i a_i}\,100 = \frac{\varepsilon_i a_i}{\beta}. \quad (8)$$

Рассчитав содержание для каждой фракции, получают зерновой состав материала слива.

7. Для расчета зернового состава обогащенного продукта применяют формулу

$$b_i = \frac{(100-\varepsilon_i)a_i}{100-\beta}, \quad (9)$$

которая получена из уравнения баланса

$$Q_{т,исх}\,a_i = Q_{т,сг}\,b_i + Q_{т,сл}\,c_i. \quad (I0)$$

8. Весовой расход твердого в сливе находят по формуле

$$Q_{т,сл} = \frac{\beta Q_{т,исх}}{100} \quad . \qquad (11)$$

9. Весовой расход твердого в сгущенной гидросмеси определяют из выражений

$$Q_{т,сг} = \frac{(100-\beta) Q_{т,исх}}{100} \qquad (12)$$

или $$Q_{т,сг} = Q_{т,исх} - Q_{т,сл} \ .$$

10. Объемный вес сгущенной гидросмеси и слива рассчитывают соответственно по формулам

$$\gamma_{п,сг} = \frac{Q_{т,сг}(\gamma_т - \gamma_о)}{Q_{п,сг}\,\gamma_т} + \gamma_о \qquad (13)$$

и $$\gamma_{п,сл} = \frac{Q_{т,сл}(\gamma_т - \gamma_о)}{Q_{п,сл}\,\gamma_т} + \gamma_о \ . \qquad (14)$$

11. Степень сгущения гидросмеси определяют из соотношения

$$S_о = \frac{\gamma_{п,сг} - 1}{\gamma_{п,исх} - 1} \ . \qquad (15)$$

12. Размер частиц грунта в сливе, соответствующий 90 % на кривой зернового состава по известным α и $\lambda_{0,315}$ определяют из графиков рис.11 или из аналитической зависимости

$$d_{90} = 0,0626464 + 0,0146015\alpha - 0,0008975\lambda_{0,315} - 0,0002223\alpha^2 + 0,0000023\lambda^2_{0,315} - 0,0000115\alpha\lambda_{0,315} + 0,0000015\alpha^3 - 0,0000011\alpha\lambda^2_{0,315} \ . \qquad (16)$$

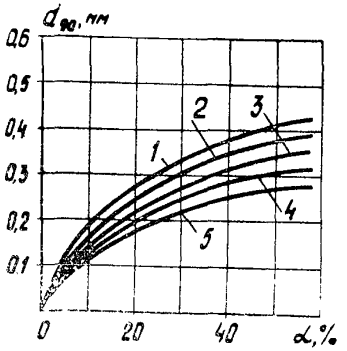


Рис.II. Зависимость размера частиц грунта в сливе, соответствующего 90 % на кривой грансостава, от относительного расхода слива (α): 1-5 - для исходного материала при $\lambda_{0,315}$, составляющем соответственно 10,30,50,70 и 90%.

I3. Потери напора в аппарате в основном зависят от типоразмера выбранного аппарата, расхода и объемного веса исходной гидросмеси, крупности твердого материала и относительного расхода слива. Рассчитывают потери напора по эмпирической формуле

$$H_{пот} = \varphi \left[\frac{\gamma_{т,исх}}{\gamma_0} \left(\frac{Q_{т,исх}}{Q_{т,расч}} \right)^2 + \sqrt{\delta} + \alpha \right], \qquad (17)$$

где $Q_{т,расч}$ - максимальный расчетный расход исходной гидросмеси выбранного типоразмера аппарата (принимается по табл.I);

α - относительный расход слива, выраженный в долях единицы;

δ - безразмерный параметр, учитывающий влияние относительной крупности частиц грунта $d_{ср} : D_{бт}$ (отношение средневзвешенной крупности к входному диаметру подводящего патрубка) и определяемый по табл.2;

φ - коэффициент, учитывающий размерность и диаметр цилиндрической части корпуса аппарата (принимается по табл.3).

Входной диаметр подводящего патрубка берут из табл.I согласно принятому типоразмеру аппарата, а средневзвешенную крупность рассчитывают по формуле

$$d_{ср} = \frac{\sum d_i a_i}{100}, \qquad (18)$$

где d_i - среднеарифметическое значение крупности i-ной стандартной фракции, мм.

Таблица 2

$100\frac{d_{ср}}{D_{вх}}$	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
β	0,06	0,12	0,24	0,37	0,43	0,46	0,49	0,53	0,55	0,57	0,58	0,59	0,6

Таблица 3

Диаметр корпуса, мм	1200	1400	1600	2000	2400
φ, м вод.ст.	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3

14. Напор на выходе из гидроциклона соответственно на выпускном и сливном патрубках определяют по формулам:

$$H_2 = H_1 - H_{пот} + H_ц \frac{\gamma_{п,исх}}{\gamma_0} \qquad (19)$$

и

$$H_3 = H_1 - 1,3 H_{пот} - h \frac{\gamma_{п,сл}}{\gamma_0}, \qquad (20)$$

где $H_ц$ - высота цилиндрической части корпуса гидроциклона, измеренная между осями входного и выходного патрубков, (принимается с учетом данных табл.1);

h - расстояние между осями входного и сливного патрубков (принимается по табл.1).

Примечание. Приведенная методика расчета извлечения фракций материала в слив и всех остальных зависящих от этого параметров относится к режимам с верхним конечным положением раструба.

5. ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ПЕСЧАНОЙ ГИДРОСМЕСИ И ОБОГАЩЕНИЯ ПЕСКА

Необходимо определить основные технологические параметры сгущенной гидросмеси и слива после переработки песчаной гидро-

смеси в аппарате ГЦТ при следующих исходных данных:

- расход исходной гидросмеси $Q_{п,исх}$ = 1680 м^3/ч;
- объемный вес исходной гидросмеси $\gamma_{п,исх}$ =1,12 т/м^3;
- удельный вес твердого и воды соответственно равен $\gamma_т$ = 2,65 т/м^3 и $\gamma_о$ = 1 т/м^3;
- зерновой состав исходного материала (остаток на ситах в %) 5-1,5; 2,5-7,3; 1,25-13,7; 0,63-28,4; 0,315-23,5; 0,14-21,2; < 0,14-4,4;
- напор исходной гидросмеси на входе в гидроциклон H_1 = 15 м вод.ст.;
- относительный расход слива α = 40 %.

1. Учитывая заданный расход исходной гидросмеси и то, что в составе материала имеются крупные фракции песка и даже гравий по табл.1 принимаем для использования аппарат ГЦТ-2000м с абразивостойкой футеровкой.

2. Находим расход слива и сгущенной гидросмеси по формулам (1) и (2):

$Q_{п,сл}$ =0,4 х 1680 = 672 м^3/ч; $Q_{п,сг}$ =(1-0,4)х1680=1008 м^3/ч.

3. Весовой расход твердого материала в исходной гидросмеси определяем по формуле (3):

$$Q_{т,исх} = 1680 \times 2{,}65 \ \frac{1{,}12 - 1}{2{,}65 - 1} = 324 \text{ т/ч}.$$

4. Пофракционное извлечение твердого материала в слив находим по формулам (4)-(6) с учетом $\lambda_{0,315}$=25,6 %, которое определяем из данных зернового состава:

$$\varepsilon_{0,14} = -1{,}38324 + 0{,}58946 \times 40 + 0{,}01574 \times 25{,}6 + 0{,}0072 \times 40^2 + 0{,}00006 \times 25{,}6^2 - 0{,}00442 \times 40 \times 25{,}6 = 29{,}6 \%;$$

$$\varepsilon_{0,315} = -0{,}68984 + 0{,}12932 \times 40 + 0{,}05493 \times 25{,}6 + 0{,}00059 \times 40^2 - 0{,}0005 \times 25{,}6^2 - 0{,}00059 \times 40 \times 25{,}6 = 5{,}87\%;$$

$$\varepsilon_{0,63} = 0{,}15083 + 0{,}01683 \times 40 + 0{,}00022 \times 40^2 = 1{,}18 \%.$$

5. Выход твердого материала в слив находим по формуле (7):

$$\beta = \frac{29,6 \times 4,4 + 5,87 \times 21,2 + 1,18 \times 23,5}{100} = 2,82\ \%.$$

6. Зерновой состав материала слива рассчитываем по формуле (8):

$$C_{0,14} = \frac{29,6 \times 4,4}{2,82} = 46,1\ \%;$$

$$C_{0,315} = \frac{5,87 \times 21,2}{2,82} = 44,1\ \%;$$

$$C_{0,63} = \frac{1,18 \times 23,5}{2,82} = 9,8\ \%.$$

7. Зерновой состав обогащенного материала находим по формуле (9):

$$\theta_{0,14} = \frac{(100 - 29,6) \times 4,4}{100 - 2,82} = 3,2\ \%;$$

$$\theta_{0,315} = \frac{(100 - 5,87) \times 21,2}{100 - 2,82} = 20,6\ \%;$$

$$\theta_{0,63} = \frac{(100 - 1,18) \times 23,5}{100 - 2,82} = 23,9\ \%;$$

$$\theta_{1,25} = \frac{(100 - 0) \times 28,4}{100 - 2,82} = 29,2\ \%;$$

$$\theta_{2,5} = \frac{(100 - 0) \times 13,7}{100 - 2,82} = 14,1\ \%;$$

$$\theta_{5,0} = \frac{(100 - 0) \times 7,3}{100 - 2,82} = 7,5\ \%;$$

$$\theta_{10,0} = \frac{(100 - 0) \times 1,5}{100 - 2,82} = 1,5\ \%.$$

На рис.12 приведены графики зерновых составов исходного материала, обогащенного продукта и слива.

8. Весовой расход твердого в сливе определяем по формуле (11):

$$Q_{т,сл} = \frac{2,82 \times 324}{100} = 9,1\ \text{т/ч}.$$

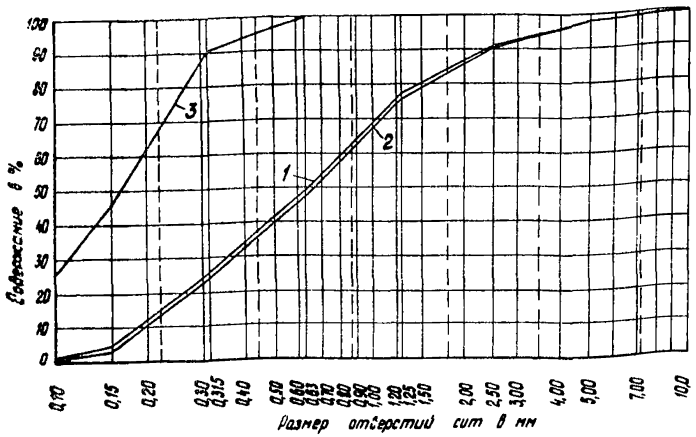


Рис.I2. **Графики зернового состава:**
I - исходный материал; 2 - обогащенный продукт;
3 - материал слива.

9. Весовой расход твердого в сгущенной гидросмеси определяем по формуле (I2):

$$Q_{т,сг} = 324 - 9,I = 3I4,9 \text{ т/ч}.$$

I0. Объемные веса сгущенной гидросмеси и слива рассчитываем соответственно по формулам (I3) и (I4) с учетом относительного расхода слива:

$$\gamma_{п,сг} = \frac{Q_{т,сг}(\gamma_т - \gamma_о)}{(1-\alpha)\,Q_{п,исх}\gamma_т} + \gamma_о = \frac{3I4,9\ (2,65 - I)}{(I-0,4)\text{x}I680\text{x}2,65} + I = I,I95 \text{ т/м}^3;$$

$$\gamma_{п,сл} = \frac{Q_{т,сл}\,(\gamma_т - \gamma_о)}{\alpha\, Q_{п,исх}\,\gamma_т} + \gamma_о = \frac{9,I(2,65-I)}{0,4\text{x}I680\text{x}2,65} + I = I,0084 \text{ т/м}^3.$$

II. Степень сгущения гидросмеси определяем по формуле(I5):

$$S_c = \frac{I,I95 - I}{I,I2 - I} = I,63.$$

I2. Размер частиц материала в сливе, соответствующий 90 % на графике зернового состава, находим из зависимости (I6):

$$d_{90} = 0,0626464 + 0,0I460I5 \times 40 - 0,0008975 \times 25,6 -$$
$$- 0,0002223 \times 40^2 + 0,0000023 \times 25,6^2 - 0,0000II5 \times 40 \times$$
$$\times 25,6 + 0,000001I5 \times 40^3 - 0,00000011 \times 40 \text{x} 25,6^2 = 0,35 \text{ мм}.$$

I3. Потери напора в аппарате рассчитываем по формуле (I7) с использованием формулы (I8) и данных табл.I-3:

$$d_{ср} = \frac{0{,}07 \times 4{,}4 + 0{,}228 \times 2I{,}2 + 0{,}473 \times 23{,}5 + 0{,}94 \times 28{,}4 +}{I00}$$

$$\frac{+ I{,}88 \times I3{,}7 + 3{,}75 \times 7{,}3 + 7{,}5 \times I{,}5}{I00} = I{,}07 \text{ мм}.$$

Из табл.I берем размер входного патрубка $D_{вх} = 400$ мм, с учетом этого

$$I00 \frac{d_{ср}}{D_{вх}} = I00 \frac{I{,}07}{400} = 0{,}27.$$

По табл.2 определяем параметр $\delta = 0{,}29$, а с учетом данных табл.I и 3 находим коэффициент $\varphi = 2{,}5$ м вод.ст:

$$H_{пот} = 2{,}5 \left[\frac{I{,}I2}{I} \left(\frac{I680}{2200} \right)^2 + \sqrt{0{,}29} + 0{,}4 \right] = 3{,}98 \text{ м вод.ст.}$$

I4. Напор на выпускном патрубке сгущенной гидросмеси рассчитываем по формуле (I9), а на сливном патрубке - по формуле (20):

$$H_2 = I5 - 3{,}98 + 2{,}65 \frac{I{,}I2}{I} = I4 \text{ м вод.ст.};$$

$$H_3 = I5 - I{,}3 \times 3{,}98 - 0{,}5 \frac{I{,}0084}{I} = 9{,}3 \text{ м вод.ст.}$$

Таким образом в результате несложных расчетов стали известными все основные технологические параметры после переработки песчаной гидросмеси в аппарате ГЦТ.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТОВ ГЦТ

Гидроциклоны типа ГЦТ являются напорными аппаратами, рассчитанными на давление до 5 ати, однако, при использовании в технологических линиях их по возможности необходимо включать ближе к картам намыва или последующим аппаратам. Это объясняется тем, что после аппарата выходит гидросмесь высокой консистенции, транспортировать которую по длинным трубопроводам бы-

вает небезопасно в отношении их закупорки. Кроме того, короткий трубопровод для сгущенной гидросмеси оказывается предпочтительным и в энергетическом отношении.

С точки зрения высотного размещения аппаратов, их желательно устанавливать на возвышенном основании или карте намыва. Угол подъема трубопровода для сгущенной гидросмеси не должен превышать 15 - 20°.

При пуске аппарат ГЦТ регулируют на такой режим работы, при котором обеспечиваются требуемые степень сгущения, необходимый расход слива и состав обогащенного песка или песчано-гравийной смеси. Регулировка и настройка аппарата на заданный режим достигается за счет увеличения или уменьшения скорости подачи гидросмеси с помощью шибера на подводящем патрубке, за счет увеличения или уменьшения количества слива с помощью задвижки на сливном трубопроводе и путем поднятия или опускания раструба на внутреннем конце сливного патрубка.

Путем опускания регулировочного раструба вниз и увеличения его с помощью дополнительной наставки можно добиться такого режима, когда аппарат будет работать практически как пульподелитель. Таким образом, регулировка его обеспечивается в широком диапазоне.

В тех случаях, когда по технологическим условиям гидроциклон используется при малых напорах и в слив не поступает гидросмесь даже при полностью открытой задвижке, можно использовать аппарат в наклонном или горизонтальном положениях.

Работа гидроциклона контролируется путем инструментального определения следующих параметров:

- расходов сгущенной гидросмеси и слива;
- объемного веса сгущенной гидросмеси и слива;
- зернового состава твердого материала сгущенной гидросмеси и слива;
- удельного веса твердого материала;
- напоров на входном, выпускном и сливном патрубках.

Остальные параметры, характеризующие работу аппарата, рассчитывают по методике, описанной в разделе 4.

Вместо параметров сгущенной гидросмеси можно замерять параметры исходной гидросмеси, а сгущенной - находить расчетным путем.

Как показал опыт эксплуатации в производственных исследо-

ваний аппаратов ГЦТ, расходы гидросмесей просто и надежно измеряются электросолевым способом; объемные веса гидросмесей, зерновые составы твердого материала и другие его физико-механические параметры выявляются посредством одновременного отбора проб с последующими лабораторными определениями; напоры на входном и выпускном патрубках измеряются с помощью манометров, а на сливном - мановакуумметром.

Причем, учитывая малую консистенцию слива, объемный вес гидросмеси слива рекомендуется находить не простым делением веса пробы гидросмеси на ее объем, а определять из соотношения

$$\gamma_{п,сл} = \frac{W_{п,сл}}{\left(W_{п,сл} - W_{т,сл}\right) + \frac{W_{т,сл}}{\gamma'_{т,сл}}}, \qquad (21)$$

где $W_{п,сл}$ и $W_{т,сл}$ - вес соответственно пробы гидросмеси слива и сухого грунта в пробе гидросмеси слива.

Потери напора в аппарате рассчитываются по формуле

$$H_{пот} = H_1^м - H_2^м + h_{тр}\frac{\gamma_{п,исх}}{\gamma_0} - \left(h_{тр} - h_{ман}\right) - L \cdot J, \qquad (22)$$

где $H_1^м$ и $H_2^м$ - показания манометров, подключенных соответственно к входному и выходному патрубкам, м вод.ст.;

$h_{тр}$ и $h_{ман}$ - расстояния по высоте соответственно между точками ввода манометрических трубок в патрубки или трубопроводы и между осями установленных манометров, м;

L - расстояние по горизонтали между точками ввода манометрических трубок, м;

J - удельные потери напора на трение по длине в соответствующем трубопроводе.

В настоящее время ВНИИнерудом выполнены рабочие чертежи сгустительно-обогатительных аппаратов ГЦТ четырех типоразмеров, технические характеристики которых приведены в табл.I.

Применение аппаратов ГЦТ в технологических линиях гидромеханизированных предприятий по добыче и переработке нерудных строительных материалов создает условия для уменьшения габаритов основного классифицирующего и гидротранспортного оборудования, эффективного обогащения материала и снижения затрат време-

ни и средств по организации намывных складов.

Использование новых аппаратов при намыве промплощадок и узкопрофильных сооружений повышает качество намываемого земляного сооружения за счет сброса в слив мелкодисперсных частиц, уменьшает потери продуктивной части грунта на картах намыва, снижает простои земснарядов из-за неподготовленности карт и уменьшает стоимость работ по их обвалованию.

Экономический эффект от внедрения одного аппарата в зависимости от типоразмера, характеристики грунта и технологических условий составляет 30-120 тыс.руб. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Длоугий В.В. Сгуститель водогрунтовой смеси с крутопадающим потоком пульпы конструкции ВНИИГС. Сб. трудов ВНИИГСа "Вопросы гидромеханизации и специальных строительных работ", вып.24, Стройиздат, Л., 1967.

2. Длоугий В.В. Вопросы теории работы сгустительных аппаратов гравитационного типа. Сб.трудов ВНИИГСа "Вопросы гидромеханизации и специальных строительных работ", вып.24,Стройиздат, Л., 1967.

3. Жученко В.А. Новая технология гидромеханизированной добычи и переработки грунтов. Стройиздат, М., 1973.

4. Жученко В.А., Раздольный В.А., Евдокимов В.Н., Надымов В.А. Сгустительно-обогатительный аппарат для гидросмесей. Ж. "Строительные материалы", № 8, 1974.

5. Инструкция по гидравлическому расчету систем напорного гидротранспорта грунтов. П 59-72, "Энергия", Ленинградское отделение, 1972.

6. Павлович В.И., Фоменко Т.Г., Погарцева Е.М. Определение показателей обогащения углей. "Недра", М., 1966.

7. Харламов В.С., Николаенко В.П. Обогащение руд черных металлов. "Недра", М., 1965.

8. Юфин А.П. Гидромеханизация. Стройиздат, М., 1965.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение 3

I. Конструкция и принцип действия сгустительно-обогатительных аппаратов ГЦТ 4

2. Область применения аппаратов ГЦТ 8

3. Основные параметры, определяемые при технологическом проектировании и эксплуатации сгустительно-обогатительных аппаратов ГЦТ 16

4. Методика расчета технологических параметров при использовании аппаратов ГЦТ 18

5. Пример технологического расчета процесса сгущения песчаной гидросмеси и обогащения песка 24

6. Рекомендации по эксплуатации аппаратов ГЦТ . . . 28

Литература 31

Редактор Е.Н.ШЕВЧЕНКО
Техн.редактор Р.Г.ФИЛАТОВА
Корректоры В.П.ЛАЗУРЕНКО
В.А.ЖУЧЕНКО

ЕО 20242 от 21/X-74 г. Зак.518 Тир. 700
Объем 2 п.л. Цена 20 коп.

Тольятти, ВНИИнеруд

gost.e-ecolog.ru