

**Руководящие указания по загрузке дроблёным антрацитом
механических фильтров и поддерживающих слоёв ионитовых
фильтров**

(первая редакция)



УДК XXX.XXX

Ключевые слова: фильтрующий материал, антрацит, кварцевый песок, механический фильтр, ионитовый фильтр, водоподготовительная установка

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Белэнергоремналадка»

2 УТВЕРЖДЁН приказом государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» от _____ № _____ и ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ с _____

3 ВЗАМЕН РД 34.37.521 Руководящие указания по загрузке дроблёным антрацитом механических фильтров и поддерживающих слоёв ионитовых фильтров. Москва, 1970 г.

© ГПО «Белэнерго», 2026

Настоящий стандарт не может быть тиражирован и распространён без разрешения ГПО «Белэнерго»

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Общие положения	3
5 Требования к показателям качества фильтрующего материала и указания по его применению в механических и ионитовых фильтрах	5
Приложение 1	
Методика определения механической прочности и химической стойкости фильтрующего материала (по В.А.Клячко)	9
Методика определения пористости фильтрующего материала	10
Приложение 2	
Примеры подсчёта величин эквивалентного диаметра ($d_{\text{экв}}$) и коэффициента неоднородности (K_n) загрузок механических фильтров	11
Приложение 3	
Методика определения эффективности химической обработки фильтрующей загрузки	13
Библиография	14

СТАНДАРТ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»

**Руководящие указания по загрузке дроблёным антрацитом
механических фильтров и поддерживающих слоёв ионитовых
фильтров**

Дата введения 2027_____

1 Область применения

Настоящий стандарт является основанием при составлении заявок на фильтрующие материалы, а также расходования и списания фильтрующих материалов на объектах энергосберегающих организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго» (далее – энергообъектов).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты (далее – ТНПА):

РД 34.37.521. Руководящие указания по загрузке дроблёным антрацитом механических фильтров и поддерживающих слоёв ионитовых фильтров.

СТП 33243.37.529-15. Типовая инструкция по эксплуатации ионообменных материалов на водоподготовительных установках энергообъектов ГПО «Белэнерго».

ГОСТ ISO 1171-2012 (ГОСТ Р 55661-2026 (ИСО 1171:2024)). Топливо твёрдое минеральное. Методы определения зольности.

ГОСТ 8606-2015 (ISO 334:2013). Топливо твёрдое минеральное. Определение общей серы. Метод Эшка.

ГОСТ 6382-2001 (ИСО 562-98, ИСО 5071-1-97) (ГОСТ Р 55660-2013 (ISO 562-2010, ISO 5071-1-2013)). Топливо твёрдое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ.

СТБ 2538-2018 (ГОСТ Р 52911-2013). Топливо твёрдое минеральное. Определение общей влаги.

ГОСТ 2093-82. Топливо твёрдое. Ситовый метод определения гранулометрического состава.

ГОСТ 10742-71 (ГОСТ Р 59248-2020). Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний.

ГОСТ 10898.2-74. Иониты. Метод определения насыпной массы.

ГОСТ Р 51641-2000. Материалы фильтрующие зернистые. Общие технические условия.

При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие включённых в перечень ТНПА.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменёнными (изменёнными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются термины с соответствующими определениями:

3.1 фильтрующий материал: Это вещество (или смесь веществ), помещаемое в корпус фильтра, через которое пропускают воду для удаления взвешенных веществ.

3.2 фракционный состав: Количественное в процентном отношении распределение гранул фильтрующего материала по размерам.

3.3 механическая прочность: Способность фильтрующего материала сопротивляться износу.

3.4 измельчаемость: Процент износа фильтрующего материала вследствие растрескивания зёрен.

3.5 истираемость: Процент износа фильтрующего материала вследствие трения зёрен друг о друга во время промывок.

3.6 химическая стойкость: Способность фильтрующего материала не обогащать обрабатываемую воду примесями железа, кремниевой кислотой, органическими и другими соединениями.

3.7 пористость: Отношение объёма, занятого жидкостью, к общему объёму слоя фильтрующего материала (доля свободного объёма).

3.8 эквивалентный диаметр зёрен: Условный диаметр шара, который по геометрическим свойствам идентичен реальному зерну неправильной формы в фильтрующем материале.

3.9 коэффициент неоднородности: Отношение 80 %-ного калибра фильтрующего материала к его 10 %-ному калибру.

3.10 энергообъект: Имущественный объект, непосредственно используемый в процессе производства, и (или) передачи, и (или) распределения электрической и (или) тепловой энергии.

Примечание – Примерами энергообъекта являются: тепловые и гидравлические электростанции, электрические и тепловые сети.

4 Общие положения

4.1 Информация, приведённая в настоящем стандарте является основанием при составлении заявок на фильтрующие материалы, а также расходования и списание фильтрующих материалов на энергообъектах.

4.2 При использовании фильтрующих материалов и оборудования, не вошедших в данный стандарт, или использовании технологий, требующих применения фильтрующих материалов в количествах, отличающихся от приведённых в стандарте, следует пользоваться нормами, установленными проектом или установленными по результатам наладочных работ, выполненных специализированной организацией.

4.3 Механические и ионитовые фильтры являются важнейшими аппаратами водоподготовительных установок энергообъектов. Надёжная и экономичная работа механических фильтров, а также выдача ими достаточно осветлённой воды возможны только при загрузке их фильтрующим материалом надлежащего фракционного состава, обладающим достаточной механической прочностью и химической стойкостью. Загрузка поддерживающих слоёв ионитовых фильтров также имеет существенное значение для обеспечения нормальных условий их эксплуатации и качества обессоленной воды.

4.4 Загрузка фильтрующих слоёв механических фильтров и поддерживающих слоёв ионитовых фильтров должна производиться дроблёным антрацитом или кварцевым песком. Кварцевый песок обычно применяется на коагуляционных установках, предназначенных для подготовки добавочной питательной воды парогенераторов низкого и среднего давлений при температуре обработки не выше 60°C и значении pH не выше 9. Применять кварцевый песок в осветлительных фильтрах или поддерживающих слоях ионитовых фильтров для подготовки добавочной питательной воды парогенераторов высокого давления нецелесообразно ввиду опасности загрязнения фильтрата кремниевой кислотой. Поэтому на водоподготовительных установках энергообъектов с давлением 10 МПа и выше в качестве фильтрующего материала применяется малозольный термостойкий дроблёный антрацит при температуре обработки до 100°C и значении pH в пределах от 4 до 10. Как уже говорилось выше, материалы должны обладать надлежащим фракционным составом, достаточной химической стойкостью и механической прочностью (требования к химической стойкости и механической прочности и методика их определения в соответствующих средах те же, что и для загрузочного материала, изготовленного из антрацита). Применение кварцевого песка для загрузки механических фильтров менее желательно (исключение составляют случаи двухслойной загрузки механических фильтров в схемах коагуляции воды сернокислым алюминием. Двухслойная загрузка имеет свои преимущества, и при ней применение кварцевого песка обязательно), так как удельный вес их больше, чем у антрацита, вследствие чего увеличивается расход воды на промывку механических фильтров; они более абразивны, что может вызывать повреждение дренажных систем и противокоррозионного покрытия фильтров.

4.5 Зачастую при вводе вновь сооружаемых водоподготовительных установок энергообъектов, а также при досыпке имеющихся к установке дополнительных фильтров загрузка механических фильтров производится фильтрующим материалом ненадлежащего фракционного состава. Использование более крупного фильтрующего материала, чем это предусмотрено, влечёт за собой снижение качества фильтрата – материал концентрируется в нижнем слое, куда при сработке фильтра в первую очередь проходят более мелкие частицы, которые не могут быть задержаны в широких порах. Использование более мелкого фильтрующего материала вызывает уменьшение фильтроцикла, перерасход промывочной воды и удорожание эксплуатационной стоимости очистки воды – мелкие фракции при промывке выносятся в верхний слой загрузки и задерживают содержащиеся в воде крупные частицы; не имея возможности пройти через узкие поры верхнего слоя, они образуют на его поверхности плотную плёнку, которая обуславливает интенсивное нарастание сопротивления движению воды. Использование фильтрующих материалов с большой степенью неоднородности по величине зёрен, превышающей допустимые пределы, ухудшает условия их промывки, так как вынос верхних мелких фракций начнётся раньше, чем придёт в движение основная масса зёрен загрузки. Это вызывает необходимость снижения интенсивности промывки, чтобы прекратить вынос мелких фракций, при этом значительная часть фильтрующего слоя будет промыта недостаточно.

При недостаточной механической прочности фильтрующих и поддерживающих слоёв создаются неблагоприятные гидравлические условия работы фильтров – во время промывок, когда зёрна фильтрующего материала находятся во взвешенном состоянии и движении, происходит их истирание и измельчение, вследствие чего происходит повышение гидравлического сопротивления верхнего слоя фильтрующей загрузки из-за забивания мелочью, что приводит к сокращению продолжительности фильтроцикла и снижению производительности фильтра, а также происходит вынос измельчённых зёрен с промывочной водой, т.е. безвозвратная потеря фильтрующего материала. Механическую прочность фильтрующих материалов оценивают двумя показателями – истираемостью и измельчаемостью.

Из-за недостаточной химической стойкости загрузки повышается минерализация фильтруемой воды, что ведёт к удорожанию обработки, а иногда и к ухудшению качества воды. Особенно неблагоприятно на результатах обессоливания воды сказывается недостаточная химическая стойкость поддерживающих слоёв анионитовых фильтров.

5 Требования к показателям качества фильтрующего материала и указания по его применению в механических и ионитовых фильтрах

5.1 Для приготовления фильтрующей загрузки механических фильтров и поддерживающих слоёв ионитовых фильтров должен быть использован антрацит с зольностью до 10 %, содержанием общей серы до 2 %, истираемостью до 0,5 %, измельчаемостью до 4 %, плотностью от 1,6 г/см³, насыпной массой – 0,6-0,9 г/см³, влажностью до 4 %, пористостью от 29 % или (и) кварцевый песок с истираемостью до 0,5 %, измельчаемостью до 4 %, плотностью от 2,6 г/см³, насыпной массой – 1,6-1,8 г/см³, влажностью до 4 %, пористостью от 29 %.

Фильтрующий материал, используемый для механических и ионитовых фильтров обессоливающих установок, должен быть также достаточно стоек химически – при контакте с ним приращение кремнесодержания (SiO₂) в воде не должно превышать 2 мг/дм³, перманганатной окисляемости (по O₂) – 8 мгО/дм³, сухого остатка – 10 мг/дм³.

Способы определения истираемости, измельчаемости, химической стойкости и пористости фильтрующего материала приведены в приложении 1. Определение содержания золы должно производиться по ГОСТ ISO 1171-2012; массовой доли общей серы – по ГОСТ 8606-2015 (ISO 334:2013); выход летучих веществ – по ГОСТ 6382-2001 (ИСО 562-98, ИСО 5071-1-97); массовой доли влаги – по СТБ 2538-2018; определение гранулометрического состава – по ГОСТ 2093-82; отбор пробы фильтрующего материала – по ГОСТ 10742-71.

5.2 Высота фильтрующего слоя в механическом фильтре при условии однослойной загрузки должна составлять 900-1000 мм, при условии двухслойной антрацито-песчаной загрузки – по 500 мм каждого из слоёв. Минимально и максимально допустимый размер зёрен фильтрующего материала, загружаемого в фильтры, зависит от типа механического фильтра, скорости фильтрования и может составлять:

а) для антрацита:

- 0,5-2,5 мм – для однослойных фильтров;
- 0,8-2,0 мм – для двухслойных антрацито-песчаных фильтров;
- 0,8-1,8 мм – при дозировании флокулянта в фильтруемую воду в схемах с контактной коагуляцией серноокислым алюминием ($d_{эКВ}=1,1-1,2$ мм);
- 2,0-6,0 мм – в качестве поддерживающих слоёв ионитовых фильтров.

б) для кварцевого песка:

- 0,5-1,0 мм – для однослойных фильтров;
- 0,5-1,2 мм – для двухслойных антрацито-песчаных фильтров;
- 2,0-5,0 мм – в качестве поддерживающих слоёв ионитовых фильтров.

При этом необходимо, чтобы коэффициент неоднородности (K_n) не превышал значение 2 (пример подсчёта K_n приведён в приложении 2).

5.3 Допускаются небольшие отклонения от указанных выше предельных размеров частиц загрузки (в зависимости от имеющихся сит). Эти отклонения не должны, как правило, превышать $\pm 0,05$ мм для фильтрующей загрузки. В отдельных случаях, в виде исключения, по согласованию с РУП облэнерго допускаются отклонения в размере $\pm 0,5$ мм для поддерживающих слоёв и $\pm 0,1$ мм для фильтрующей загрузки. Антрацит, частицы которого имеют форму пластинок или имеют слоистое строение для изготовления фильтрующей загрузки и поддерживающих слоёв непригоден – частицы материала должны иметь форму, близкую к кубу или шару.

Содержание пылевидных частиц менее заданного минимального калибра в приготовленной загрузке должно быть не более трёх весовых процентов.

5.4 При определении проектными организациями необходимого количества загрузки должен быть учтён запас в размере 20 % против геометрического объёма, занимаемого загрузкой в фильтрах.

5.5 Контроль за качеством исходного антрацита, его приёмке, соблюдением правил его хранения, выполнением загрузки фильтров осуществляет эксплуатационный персонал химического цеха.

5.6 Для приёма и хранения антрацита должно быть своевременно отведено специальное место. Выгрузка на топливный склад не допускается. Антрацит при хранении должен быть защищён от атмосферных осадков, запыливания, загрязнения землёй, должно быть отсутствие смешивания между собой фильтрующих загрузок различного назначения и фракционного состава (для механических фильтров, для поддерживающих слоёв ионитовых фильтров).

5.7 Из каждой партии поступившего антрацита должна быть отобрана представительная проба для определения содержания золы, серы, влаги, механической прочности, химической стойкости, фракционного состава, плотности и пористости. Отбор проб и результаты определений актируются представителями химического цеха энергообъекта.

При невозможности выполнения входного контроля фильтрующего материала на самом энергообъекте необходимо обращаться в специализированные организации, имеющие необходимые лицензии на проведение соответствующих анализов.

5.8 Антрацит пригоден для изготовления фильтрующей загрузки, если показатели его качества отвечают требованиям п.5.1-5.2. При превышении отдельных показателей не более чем на 25 % вопрос о возможности использования его для изготовления загрузки фильтров решается руководством РУП облэнерго в зависимости от установленных сроков пуска водоподготовительной установки и практической возможности повторного получения антрацита в требуемые сроки.

5.9 Если механическая прочность антрацита, предназначенного для изготовления загрузки фильтров обессоливающих установок добавочной воды или конденсата соответствуют требуемой, а химическая стойкость его недостаточна, допускается обработка антрацита раствором соляной кислоты или едкого натра.

Эффективность обработки и достижение в результате её проведения требуемой химической стойкости антрацита должны быть подтверждены в лаборатории экспериментально (приложение 3). Одновременно должен быть выбран реагент для проведения обработки (соляная кислота, едкий натр) и уточнены условия её выполнения.

Целесообразность применения химической обработки в каждом случае должна быть определена на основе:

- а) результатов лабораторной проверки;
- б) учёта реальных возможностей проведения химической обработки;
- в) сопоставления необходимых сроков выполнения работ и денежных затрат, с одной стороны, на проведение химической обработки и, с другой, на приобретение новой партии антрацита.

Решение о целесообразности применения химической обработки антрацита должно быть принято совместно с дирекцией энергообъекта и утверждено РУП облэнерго.

5.10 Антрацит, признанный непригодным для изготовления загрузки фильтров, может использоваться как топливо в котельной при наличии на ней пылеугольных котлов.

Взамен негодного должно быть заказано недостающее количество антрацита.

5.11 Отмывка загружаемого антрацита выполняется персоналом химического цеха. Подготовленная загрузка должна быть отмыта от мелочи восходящим потоком воды. Для выполнения отмывки можно выделить фильтр гидроперегрузки фильтрующих материалов или один из механических фильтров и отмытую загрузку направлять из него гидроэлеватором в рабочий фильтр, также допускается проводить отмывку и в самом рабочем механическом фильтре.

Отмывку в фильтре гидроперегрузки следует вести слоями по 250-300 мм при интенсивности, обеспечивающей 100 % расширение загрузки. Отмывку заканчивают после появления прозрачной воды на выходе. После отмывки каждого слоя фильтрующей загрузки механических фильтров с поверхности его снимают мелочь. Отмытый материал перегружают в рабочий фильтр, и операцию отмывки повторяют для следующей порции материала.

Общая высота слоя фильтрующей загрузки механических фильтров должна быть на 10 % больше расчётной.

В начальный период эксплуатации фильтрующей загрузки через 5-6 фильтроциклов после очередной промывки необходимо повторно удалить скопившуюся на поверхности загрузки мелочь.

5.12 Годовая потеря фильтрующего материала принимается величиной 10 %.

5.13 При установленной надобности обрабатывают подготовленную и отмытую от мелочи загрузку 5 % раствором едкого натра или соляной кислоты в течение 8-12 часов при непрерывном перемешивании сжатым воздухом в выделенном для этого фильтре, который имеет кислотостойкие дренаж и покрытие внутренней поверхности.

По окончании химической обработки каждую порцию загрузки отмывают водой до нейтральной реакции.

5.14 Все сведения по качеству исходного антрацита, по химической обработке при её проведении и по фракционному составу и высоте слоя загрузки каждого фильтра с указанием даты выполнения должны быть занесены в специальный журнал, хранящийся в химическом цехе энергообъекта. Туда же заносят данные о дополнительных загрузках каждого фильтра, о смене загрузки и её причинах.

Методика определения механической прочности и химической стойкости фильтрующего материала (по В.А.Клячко)

Механическая прочность (измельчаемость и истираемость)

Из испытуемого материала высеивают фракцию 0,5-1,0 мм: 100 г материала, прошедшего через сито с отверстиями 1 мм и оставшегося на сите с отверстиями 0,5 мм, помещают в банку со 150 мл дистиллированной воды и встряхивают в течение 24 часов на лабораторной машине для встряхивания (шуттер-машине) (около 100 качений в минуту). После этого материал высушивается при 60°C и просеивается через сита с отверстиями 0,5 и 0,25 мм. Процент истираемости материала определяется весом его частиц, прошедших после 24 часов встряхивания через сито с отверстиями 0,25 мм. Процент измельчаемости материала определяется весом его частиц, прошедших после такого же встряхивания через сито с отверстиями 0,5 мм и оставшихся на сите с отверстиями 0,25 мм. Удовлетворительной механической прочностью обладает фильтрующий материал с процентом измельчаемости не более 4 % и процентом истираемости не более 0,5 %.

Химическая стойкость

Готовят (по 1 дм³) следующие растворы:

- а) 500 мг/дм³ поваренной соли (нейтральная среда);
- б) 200 мг/дм³ соляной кислоты (кислая среда, pH=2-3; 55 мл 0,1н раствора соляной кислоты доводят до 1 дм³);
- в) 200 мг/дм³ едкого натра (щелочная среда, pH=12; 50 мл 0,1н раствора едкого натра доводят до 1 дм³).

Из испытуемого материала высеивают фракцию 0,5-1,0 мм, промывают и высушивают при 60°C. Отмеривают в три колбы по 500 мл соответствующего раствора и помещают в эти различные среды по 10 г испытуемого материала. Содержимое колб взбалтывают вручную через каждые 4 часа, и после 24 часов контакта фильтрующего материала со средой отфильтровывают через бумажный фильтр. В полученном фильтрате из каждой колбы, а также в трёх средах, но без введения фильтрующего материала, определяют сухой остаток, окисляемость (перманганатным методом) и содержание кремниевой кислоты (молибдатным методом на электрофотокolorиметре). Вычисляют увеличение этих показателей в результате контакта с испытуемым материалом.

Удовлетворительной химической стойкостью фильтрующий материал обладает при следующих величинах прироста: сухой остаток – не выше 10 мг/дм³, окисляемость – не выше 8 мгО/дм³, кремнекислота – не выше 2 мг/дм³.

Примечание: Определение химической стойкости кварцевого песка (для использования в механических фильтрах чисто коагуляционных установок) производят в кислой и нейтральной средах.

Методика определения пористости фильтрующего материала

Три пробы испытуемого материала в объёме по 250 см³ промывают, высушивают при 60°С и взвешивают, после чего выдерживают в течение 30 минут в кипящей дистиллированной воде для заполнения внутренних пор. После кипячения каждую навеску переносят на бумажный фильтр, уложенный в воронку, и удаляют избыточную влагу под вакуумом, после чего каждую пробу взвешивают. Затем в три мерных цилиндра ёмкостью по 1000 мл наливают по 500 мл дистиллированной воды при 20°С и в каждый из цилиндров через воронку небольшими порциями засыпают подготовленные навески образцов пористого материала. При засыпке каждой порции для удаления воздуха образец перемешивают стеклянной палочкой.

После засыпки и полного удаления воздуха определяют объём воды, вытесненный образцом материала (V_1). Далее в цилиндр доверху наливают дистиллированную воду и, закрыв его пробкой под уровень воды, осторожно опрокидывают, затем ставят в исходное положение и замеряют объём образца материала после свободного осаждения (V_2). Определение производится несколько раз, отмечая наибольшую величину. После этого слегка постукивают по цилиндрам, добиваясь максимального уплотнения, и замеряют объём, занимаемый образцом материала в цилиндре (V_3).

Максимальная (после взрыхления загрузки) и минимальная (для уплотнившейся загрузки после начала фильтрования воды) величина пористости загрузки рассчитывается по следующим формулам:

$$\varepsilon_{\max} = 1 - \frac{V_1}{V_2}$$

$$\varepsilon_{\min} = 1 - \frac{V_1}{V_3}$$

Удовлетворительной величиной пористости обладает фильтрующий материал со значением не менее 29 %.

Приложение 2

**Примеры подсчёта величин эквивалентного диаметра ($d_{\text{экв}}$)
и коэффициента неоднородности (K_n) загрузок механических фильтров**

Результаты ситового отсева пробы загрузки антрацита с размерами зёрен 0,5-1,8 мм (для механических фильтров со скоростью фильтрования воды от 6 до 10 м/ч) приведены в следующей таблице:

Калибр сита d_n , мм	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,400	1,600	1,800
Осталось на сите P_n , вес. %	100	97	75	41	17	9	0	0
Прошло через сито, вес. %	0	3	25	59	87	91	100	100

По данной таблице определяют $d_i = \frac{d_n + d_{n+1}}{2}$ и $P_i = P_n - P_{n+1}$

d_i , мм	0,57	0,72	0,90	1,13	1,33	1,50	1,70
P_i , вес. %	3	22	34	24	8	9	0

Определяют эквивалентный диаметр по формуле $d_{\text{экв}} = \frac{100}{\sum \frac{P_i}{d_i}}$, мм,

где:

P_i – процентное содержание фракций со средним диаметром зёрен d_i , мм.

$$d_{\text{экв}} = \frac{100}{\sum \frac{P_i}{d_i}} = \frac{100}{\frac{3}{0,57} + \frac{22}{0,72} + \frac{34}{0,90} + \frac{24}{1,13} + \frac{8}{1,33} + \frac{9}{1,5} + \frac{0}{1,7}} = \frac{100}{5,31 + 30,77 + 37,78 + 21,33 + 6,04 + 6,00 + 0} = \frac{100}{107,23} = 0,93 \text{ мм.}$$

Находят 10 %-ный калибр загрузки d_{10} по формуле

$$d_{10} = d_m + \frac{(d_{m+1} - d_m) \times (10 - n_m)}{n_{m+1} - n_m}, \text{ мм},$$

где

- d_m – калибр ближайшего сита, через которое прошло менее 10 % всего материала, мм;
- d_{m+1} – калибр ближайшего сита, через которое прошло более 10 % всего материала, мм;
- n_m – количество материала, прошедшее через сито с калибром d_m , вес.%;
- n_{m+1} – количество материала, прошедшее через сито с калибром d_{m+1} , вес.%.

В данном случае (по таблицам):

$d_m=0,630$ мм; $d_{m+1}=0,800$ мм; $n_m=3$ вес.%; $n_{m+1}=25$ вес.%;

$$d_{10} = 0,630 + \frac{(0,800 - 0,630) \times (10 - 3)}{25 - 3} = 0,630 + \frac{0,17 \times 7}{22} = 0,630 + 0,054 = 0,684 \text{ мм}.$$

Находят 80 %-ный калибр загрузки d_{80} по формуле:

$$d_{80} = d_k + \frac{(d_{k+1} - d_k) \times (80 - n_k)}{n_{k+1} - n_k}, \text{ мм},$$

где

- d_k – калибр ближайшего сита, через которое прошло менее 80 % всего материала, мм;
- d_{k+1} – калибр ближайшего сита, через которое прошло более 80 % всего материала, мм;
- n_k – количество материала, прошедшее через сито с калибром d_k , вес.%;
- n_{k+1} – количество материала, прошедшее через сито с калибром d_{k+1} , вес.%.

В данном случае (по таблицам):

$d_k=1,000$ мм; $d_{k+1}=1,250$ мм; $n_k=59$ вес.%; $n_{k+1}=87$ вес.%;

$$d_{80} = 1,000 + \frac{(1,250 - 1,000) \times (80 - 59)}{87 - 59} = 1,000 + \frac{0,25 \times 21}{28} = 1,000 + 0,188 = 1,188 \text{ мм}.$$

Определяют коэффициент неоднородности по формуле $K_n = \frac{d_{80}}{d_{10}}$,

где:

- d_{80} – 80 %- ный калибр материала, мм;
- d_{10} – 10 %- ный калибр материала, мм.

$$K_n = \frac{d_{80}}{d_{10}} = \frac{1,188}{0,684} = 1,737.$$

Методика определения эффективности химической обработки фильтрующей загрузки

Из испытуемого материала высеивают фракцию 0,5-1,0 мм, промывают и высушивают при 60°C. Помещают в стеклянные стаканчики по 15 г подготовленного испытуемого материала и заливают раствором реагента в количестве 10 мл – обычно в один стаканчик 5 % раствор соляной кислоты и в другой – 5 % раствор едкого натра. Пробы выдерживают в течение 7-8 часов, перемешивая через каждые 15-30 минут. Затем сливают раствор и промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции, сохраняя пробу материала.

Материал высушивают при 60°C и отвешивают из каждой пробы по 10 г.

Далее определяют химическую стойкость по приведённой ранее методике (приложение 1).

Библиография

- 1 Г.И.Николадзе. Технология очистки природных вод. Москва, 1987 г.
- 2 А.И.Баулина, С.М.Гурвич. Обработка воды на тепловых электростанциях. Москва, 1966 г.
- 3 В.Ф.Вихрев, М.С.Шкроб. Водоподготовка. Москва, 1973 г.
- 4 Ю.М.Кострикин, Н.А.Мещерский, О.В.Коровина. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления. Справочник. Москва, 1990 г.
- 5 Центр инженерно-экологических проблем «ПЭКОР лтд» и государственный научный центр российской федерации «НИИ ВОДГЕО». Заключение о соответствии физико-химических показателей качества образца фильтрующего материала ООО ПКФ «Синтез» требованиям процесса механической очистки воды. Москва, 2000 г.
- 6 Отраслевой каталог. Водоподготовительное оборудование для ТЭС и промышленной энергетики. Москва, 1983 г.