НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ
ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
И КОТЕЛЬНЫХ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИОНИТОВ НА ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РД 34.37.526—94

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

gost.e-ecolog.ru

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ
ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
И КОТЕЛЬНЫХ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИОНИТОВ НА ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РД 34.37.526-94

Москва 1994

РАЗРАБОТАНЫ Всероссийским дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехническим научно-исследовательским институтом (АООТ "ВТИ")

ИСПОЛНИТЕЛИ Т.В.Алексеева, к.т.н.,
инженеры Л.В.Кострова, Г.М.Мусарова,
Ю.В.Ермошенко

УТВЕРЖДЕНЫ Департаментом науки и техники
РАО "ЕЭС России"

30.09. 1994 г.

Первый заместитель начальника
А.П.Берсенев

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Энергетика, тепловые электростанции, водоподготовительная установка, обессоливание воды, умягчение воды, катиониты, аниониты

Р У К О В О Д Я Щ И Й Д О К У М Е Н Т

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИОНИТОВ НА ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РД 34.37.526-94

Срок действия установлен
с 01.07.1995
до 01.07.2005

Настоящие Методические указания устанавливают основные требования по применению ионитов отечественного и зарубежного производства на установках ионообменного умягчения и обессоливания воды и должны быть использованы в инструкциях и режимных картах технологических операций при их эксплуатации.

Положения настоящего документа подлежат применению расположенными на территории Российской Федерации предприятиями и объединениями предприятий, в том числе союзами, ассоциациями, концернами, акционерными обществами, межотраслевыми, региональными и другими объединениями, имеющими в своем составе (структуре) тепловые электростанции и котельные, независимо от форм собственности и подчинения.

Издание официальное © ВТИ, 1994 г.

Настоящие Методические указания не могут быть частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения АООТ "ВТИ" и РАО "ЕЭС России".

С вводом в действие настоящих Методических указаний утрачивают силу РД 34.10.414-88 "Нормы удельных расходов серной кислоты и гидроокиси натрия для регенерации ионитных фильтров обессоливающих установок тепловых электростанций", РД 34.10.415-88 "Методические указания по расчету потребности в серной кислоте и гидроокиси натрия для регенерации ионитных фильтров обессоливающих установок тепловых электростанций", РД 34.10.403-89 "Нормы расхода ионитов и фильтрующих материалов на досыпку и замену при эксплуатации водоподготовительных установок тепловых электростанций", РД 34.10.404-87 "Нормы удельного расхода поваренной соли для регенерации натрий-катионитных фильтров водоподготовительных установок", РД 34.10.405-87 "Методические указания по применению норм удельного расхода поваренной соли для регенерации натрий-катионитных фильтров водоподготовительных установок", циркуляр Ц-04-88 (т) "О технологических показателях импортных ионитов".

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Номенклатура ионитов отечественного и зарубежного производства, применяемых на ионообменных установках для обработки воды, представлена в приложении I.

Требования к качеству ионитов серийного производства для водоподготовки, а также условия их поставки и хранения установлены в межгосударственных стандартах:

ГОСТ 20298. Смолы ионообменные. Катиониты. Технические условия;

ГОСТ 20301. Смолы ионообменные. Аниониты. Технические условия.

I.2. Нормы показателей качества ионитов серийного и опытно-промышленного производства, применяемые для водоподготовки, должны быть предварительно согласованы с ВТИ. Нормы представлены в приложении 2.

Технологические и физико-химические характеристики отечественных ионитов и зарубежных аналогов приведены в таблицах I-4.

Эти данные могут быть использованы для контроля качества ионитов при поставке, при обнаружении отклонений в процессе эксплуатации, а также при оценке необходимости замены ионитов.

Сертификационные испытания и экспертиза качества ионитов на всех этапах использования могут быть проведены в ВТИ.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИОНИТОВ

2.I. Эксплуатационные потери ионитов, определяющие срок их службы, обусловленные их физико-химической природой и условиями эксплуатации, регламентируются нормами расхода на досыпку и замену, приведенными в приложении 3.

Таблица I

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБОКСИЛЬНЫХ КАТИОНИТОВ*)

Марка катионита	Массовая доля влаги, %	Насыпная масса, т/м³	Динамическая обменная емкость**), г-экв/м³	Удельный расход воды на отмывку, м³/м³	Осмотическая стабильность, %
Сульфоуголь	29-40	0,82	250-300	3	-
КМ-4П опытно-промышленная партия	45	0,80	900-1100	5	99-100
Амберлит IRC-76	54-58	0,75	940	3	100
Дауэкс CCR-2	42-48	0,78	960	3	74
Тульсион СХО-12	-	0,76	870	5	99
Вофатит СА-20	45-55	0,75-0,85	570	10	-
Варион КСО	43-47	0,75-0,85	1600	10	81
Д 113	-	-	2900	10	88

Примечания. Товарная форма карбоксильных катионитов - водородная.

*) Карбоксильные катиониты вследствие физико-химической природы слабодиссоциирующих функциональных групп предназначены для применения в водород-катионитных фильтрах с "голодной" регенерацией в схемах подготовки воды теплосети (с целью снижения карбонатной жесткости обрабатываемой воды; для исходных вод с концентрацией анионов сильных кислот менее половины общей щелочности) и в схемах обессоливания воды с использованием ступенчато-противоточной и двухслойной технологии катионирования (в сочетании с сильнокислотным катионитом; для исходных вод с процентным содержанием общей щелочности в анионном составе воды не менее 40).

**) Динамическая обменная емкость определялась на воде московского водопровода (жесткость - 3,8 мг-экв/дм³; щелочность - 3,4 мг-экв/дм³) при стехиометрическом удельном расходе серной кислоты на регенерацию.

Таблица 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛЬНОКИСЛОТНЫХ КАТИОНИТОВ

Марка катионита	Массовая доля влаги, %	Насыпная масса, т/м^3	Динамическая обменная емкость, г-экв/м^3	Удельный расход воды на отмывку, м^3/м^3	Осмотическая стабильность, %
КУ-2-8	50-60	0,80	400-500	8,0	95-96
КУ-2-8н	50-60	0,80	400-440	7,0	97-99
КУ-23	55-70	0,70	350-420	5,0	92-94
Варион KS	45-50	0,80	385-440	8,0	95
Вофатит KPS	45-50	0,80	440-460	8,0	92
Амберлит IR -I20	44-48	0,80	500-530	8,0	94
Тульсион Т-42	45-50	0,85	410-430	8,0	82
001 7	45-55	0,75-0,85	470	9,0	98

Примечание. Товарная форма отечественных катионитов - водородно-натриевая, зарубежных катионитов - натриевая.

Таблица 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЛАБООСНОВНЫХ АНИОНИТОВ

Марка ионита	Насыпная масса, т/м³	Массовая доля влаги, %	Динамическая обменная емкость**) г-экв/м³	Расход воды на отмывку, м³/м³	Осмотическая стабильность %	Стойкость к отрицательному воздействию природных органических веществ*)
АН-31	-	5	1300-1500	9,0	85	2
Вофатит АД-41(42)	0,65	45-50	900-1200	8,0	95	5
Тульсион А-2×МР	0,65	50-60	745	9,0	97	3
Дауэкс MWA-1	0,64	50-60	840-960	6,0	98	3
Амберлит IRA-945	0,65	50-60	900-1000	7,0	96	5
Амберлит IRA-68	0,65-0,75	56-62	1200	15,0	99	5
Д-301	0,62-0,72	50-60	870	8,0	99	3
Леватит МР-64	0,60-0,70	66	990	5,0	99	5
Леватит АР-49	0,60-0,70	63	1100	8,0	99	5

Примечания. Товарная форма слабоосновных анионитов при поставке - гидроксильная (кроме анионита АН-31 и анионитов типа Леватит МР-64, АР-49).

*) Условная оценка стойкости к отрицательному воздействию природных органических веществ, содержащихся в природных водах, по пятибалльной системе: 2 - наихудшая оценка; 5 - наилучшая оценка (на основании результатов сравнительного исследования ВГИ).

**) Динамическая обменная емкость определена по раствору соляной кислоты.

Таблица 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИЛЬНООСНОВНЫХ АНИОНИТОВ

Марка ионита	Насыпная масса, т/м³	Массовая доля влаги, %	Динамическая обменная емкость, г-экв/м³	Расход воды на отмывку, м³/м³	Осмотическая стабильность, %
Сильноосновные аниониты (тип I)					
АВ-I7-8	0,70	35-50	690-700	I0,0	85-92,5
АМ-8	0,70	50-60	700-720	I0,0	98
АВ-I7П	-	40-60	525	II,0	98
Вофатит SBW	0,70	40-60	540	I0,0	90
Варион АТ-660	0,70-0,74	40-60	700	I0,0	91
Дауэкс SBR-(P)	0,65	55-60	720	I0,0	97
Дауэкс II	0,70	50-60	720	I0,0	-
Дауэкс MSA-I	0,68	50-60	450	9,0	98
Амберлит IRA-400	0,7I	45	650-700	I0,0	93
Тульсион А-72(МП)	0,68-0,7I	50-60	620-7I0	6,0	-
Сильноосновные аниониты (тип 2)					
Варион АД	0,7-0,74	40-60	850-900	I5,0	92
			700-800*)	8,0	
Варион АДЛ	0,65-0,7	45-54	900-I000	I5,0	I00
			850-900*)	7,0	
Акриловые аниониты смешанной основности					
Амберлит IRA -458	0,72	57-62	840	I0,0	I00
			750*)	I0,0	
Амберлит IRA -478	0,7I	57-63	480	I5,0	99
			I020*)	I5,0	

Примечания. Товарная форма анионитов - хлоридная.

Для всех анионитов указана динамическая обменная емкость по раствору хлористого натрия; для сильноосновных анионитов типа 2 и акриловых анионитов с пометкой *) указана динамическая емкость по раствору соляной кислоты.

2.2. Требования к качеству воды, поступающей на водоподготовительную установку с использованием ионитов

2.2.I. Ограничение температуры обрабатываемой воды

Таблица 5

Тип ионита	Максимально допустимая температура обрабатываемой воды, °С
Сильнокислотные	I00
Карбоксильные	80
Сильноосновные (тип I)*)	60
Сильноосновные (тип 2)*)	40
Акриловые	35-40
Слабоосновные*	80

Примечания. Указанные значения температуры, при которых начинается активный процесс деградации функциональных групп ионитов, приняты по данным зарубежных фирм и отечественных исследований при условии отсутствия отрицательного воздействия других факторов.

*) Аниониты с полимерной матрицей на основе стирола.

2.2.2. Ограничение качества воды, поступающей на ионообменную установку, по составу и концентрации примесей, отравляющих иониты.

Таблица 6

Наименование примеси и источник поступления	Воздействие на иониты	Предельные значения допустимой концентрации примесей, мг/дм^3
Взвешенные вещества (исходная вода)	Механически задерживаются ионитом, блокируют поверхность и обменные группы ионита, Увеличивают сопротивление слоя	2-5
Железо и его соединения (исходная вода; коагуляция солями железа, продукты коррозии)	Осаждение окислов и гидратов железа в слое, блокирование обменных групп	0,I-0,3
Алюминий и его соединения (коагуляция солями алюминия)	Осаждение гидратов алюминия, неполное связывание алюминия анионитом, возможно загрязнение и анионита, Ограничение производительности. Затруднение очистки ионитов	0,I
Хлор, кислород, др. окислители (при использовании на стадии предварительной очистки воды)	Окисление и разрушение матрицы ионита, особенно гелевой структуры в присутствии железа и его соединений, катализирующих процесс	0,I для катионитов; 0,05 для анионитов
Нефтепродукты (возвратные турбинные конденсаты)	Залипание поверхности ионита, что блокирует обменные центры и препятствует эффективной промывке и разделению ионитов	0,5
Органические вещества: гумусовые, лигносульфонаты, железо-гуминовые комплексы и др. (исходная вода)	Внедрение в матрицу, блокирование обменных групп. Появление амфотерных свойств, снижение обменной емкости, увеличение расхода воды на отмывку, ухудшение качества фильтрата и т.д., в особенности для анионитов гелевой структуры	5,0 мг О/дм^3 при обессоливании воды и сорбции анионов всех кислот анионитом типа АВ-I7 (или его аналогом) 7,0 мг О/дм^3 при обессоливании воды и сорбции анионов слабых кислот анионитом типа АВ-I7

2.3. Требования к режимам проведения технологических операций

2.3.I. Для эффективного взрыхления ионитов необходимо обеспечение свободного пространства в фильтре, достаточного для расширения слоя катионитов на 50-75%, слоя анионитов - на 80-I00%. При этом иониты макропористой структуры требуют большей высоты расширения слоя в сравнении с ионитами гелевой структуры. В связи с этим начальная скорость потока взрыхляющей воды не должна превышать 5-7 м/ч.

2.3.2. Условия регенерации катионитов

Таблица 7

Тип катионита	Реагент	Концентрация г/дм^3	Скорость пропуска, м/ч
Карбоксильный	Серная кислота	I0-I5	8-I0
	Соляная кислота*)	I0-30	5-7
Сильнокислотный	Серная кислота	I5-30-60**) или I5-30**)	8-I0
	Соляная кислота	50-70	5-7
	Хлористый натрий	80-I00	3-5

Примечания.

*) Для применения соляной кислоты требуется использование фильтров с внутренними распредустройствами, изготовленными из специальных коррозионностойких материалов.

**) I5-30-60 или I5-30 поэтапное нарастание концентрации регенерационного раствора в пропорции 40, 30,30% или 50,50% от общего количества соответственно.

2.3.3. Расход реагентов на регенерацию сильнокислотных катионитов.

Таблица 8

Ступень катионирования	Расход реагента, кг/м^3 ионита		
	серная кислота	соляная кислота	хлористый натрий
Для подготовки добавочной воды:	прямоточная регенерация		
первая	50-100	40-80	110-150
вторая	50	40	80-100
третья	80-100		-
	противоточная регенерация		
при сорбции катионов на одной ступени катионирования	35-50	30-50	35-80
Для очистки турбинного конденсата	100-200	100-150	

2.3.4. Расход серной (соляной) кислоты на регенерацию карбоксильных катионитов определяют из расчета близкого к стехиометрическому (1,05-1,20) г-экв на г-экв.

2.3.5. Условия регенерации слабоосновных анионитов, используемых на первой ступени анионирования обессоливающих установок.

Таблица 9

Тип анионита	Реагент	Концентрация, г/дм^3	Расход, г-экв/ г-экв	Скорость пропуска, м/ч
АН-31	Гидроокись натрия	20-40	I,5-2,0	4-5
	Гидроокись аммония	20	-"-	
Вофатит АД-41 (АД-42)	Гидроокись натрия	20-40	I,3-I,5	
	Гидроокись аммония	20-25	-"-	"
Амберлит IRA-67	Гидроокись натрия	20-40	I,2-I,4	

Примечание. Норма расхода щелочи на регенерацию анионита в расчете на г-экв поглощенных ионов позволяет оперативно корректировать абсолютный ее расход и избежать типичных ситуаций, когда "свежий" анионит часто эксплуатируют в более "голодном" режиме регенерации, а при проявлении последствий "отравления" (снижения обменной емкости и увеличения расхода воды на отмывку) поддержание неизменным абсолютного расхода щелочи приводит к неоправданному повышению удельного ее расхода.

2.3.6. Условия регенерации сильноосновных анионитов.

Расход гидроокиси натрия на регенерацию (концентрация регенерационного растьора 30-40 г/дм^3; скорость его пропуска 4-5 м/ч):

при обессоливании воды и поглощении анионов всех кислот:

при прямоточной регенерации - 80-I20 кг/м^3

при противоточной регенерации - 30-50 кг/м^3

при обессоливании воды и поглощении анионов слабых кислот:

на второй ступени анионирования - 80-120 кг/м^3

на третьей ступени анионирования - 100-120 кг/м^3

при очистке турбинного конденсата - 150-250 кг/м^3

2.3.7. В зависимости от качества исходной воды, требований к качеству обработанной воды, типа регенерации и реагента, схемы обработки воды расходы реагентов на регенерацию ионитов уточняют в процессе пуско-наладочных работ.

2.3.8. Для расчета потребности в реагентах могут быть использованы данные приложений 4 и 5.

2.4. Восстановление обменных свойств ионитов

Наиболее универсальным и эффективным средством очистки ионитов от загрязнений в процессе эксплуатации является метод их обработки щелочным раствором хлористого натрия (очистка от органических веществ, кремнекислоты, биологических загрязнений). При этом в сочетании с кислотной обработкой (серной или ингибированной соляной кислотой) создаются условия для очистки ионитов от катионов жесткости и железа. Эффективность такой обработки должна быть проверена сначала в лабораторных условиях. Типовая методика восстановления обменной емкости ионитов приведена в приложении 6.

2.5. Особенности эксплуатации зарубежных ионитов

2.5.1. Импортные сильнокислотные катиониты, аналоги катионита КУ-2, поставляются в натриевой форме. Поэтому при использовании их в водород-катионитных фильтрах обессоливающих установок для более полного перевода катионита из натриевой формы в водородную первую регенерацию проводят с расходом серной кислоты 150-200 кг/м^3. В случае затруднений при переводе катио-

нита в водородную форму рекомендуется предварительное истощение катионита на осветленной воде до проскока катионов жесткости и затем регенерация серной кислотой.

2.5.2. Импортные слабоосновные аниониты, предназначенные для применения в анионитных фильтрах первой ступени, поставляют в набухшем состоянии с влажностью 50-60%. В отличие от отечественного аналога анионита АН-31, выпускаемого в сухом состоянии и требующего предварительного замачивания (в растворе гидроокиси натрия с концентрацией 200 г/дм^3 - по рекомендации завода-изготовителя) импортные аниониты следует загружать в фильтры, заполненные Н-катионированной или частично-обессоленной водой.

2.5.3. При дефиците в слабоосновных анионитах на первой ступени анионирования могут быть использованы сильноосновные аниониты второго типа (например, Варион АД). Характерной их особенностью в сравнении с сильноосновными анионитами первого типа (АВ-17) является более высокая обменная емкость по анионам сильных кислот наряду со способностью сорбировать анионы слабых кислот. При эксплуатации анионитов данного типа в режиме первой ступени (отключение фильтра на регенерацию при проскоке аниона хлора в фильтрат) следует иметь в виду неравномерность анионной нагрузки по анионам слабых кислот на последующую вторую ступень анионирования. Причиной этого является сорбция анионов кремниевой и угольной кислот анионитом "средней" основности в начале рабочего цикла и последующее их вытеснение в фильтрат анионами сильных кислот, в результате чего к моменту появления в нем аниона хлора концентрация первых может превосходить исходную. Применение сильноосновных анионитов второго типа более целесообразно в схемах обессоливания воды, где сорбция анионов всех

кислот осуществляются на одной ступени анионирования: "упрощенные" схемы на действующих и схемы с применением технологии противоточного анионирования на перспективных обессоливающих установках.

2.5.4. При необходимости использования ионитов зарубежного производства на отечественных водоподготовительных установках по возможности не следует допускать смешения ионитов разных марок в одном фильтре.

2.5.5. При отсутствии отечественного производства фракционированных ионитов, предназначенных для применения в фильтрах смешанного действия обессоливающих установок добавочной воды и турбинного конденсата, подбор сильнокислотного катионита и сильноосновного анионита для шихты ФСД следует предварительно осуществлять в лабораторных условиях. Методика представлена в приложении 7.

2.6. Консервация ионитов при длительных остановах обессоливающих установок

Консервация ионитов на обессоливающих установках при длительных их остановах осуществляют последовательным проведением следующих операций:

тщательная промывка и регенерация ионитов;

перевод в солевую форму, которая является наиболее устойчивой для хранения;

отмывка от избытка хлоридов;

дренирование воды из фильтров и закрытие арматуры.

Методика проведения операций представлена в приложении 8.

3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИОНИТОВ

3.I. Отбор проб

3.I.I. При загрузке ионита отбирают среднюю пробу, состоящую из равных отборов от каждой фасовочной единицы ионита. Из средней пробы после тщательного перемешивания отделяют контрольную пробу объемом I $дм^3$ и помещают в стеклянную посуду с притертой пробкой, предотвращающей высыхание с указанием наименования ионита, даты загрузки, номера фильтра.

Проба может выполнять функцию арбитражной при обнаружении отклонений в качестве ионита, а также эталонной при определении степени ухудшения качества ионита с увеличением длительности эксплуатации и при оценке необходимости замены ионита.

Проба хранится на протяжении всего срока службы ионита.

3.I.2. Пробу ионита, находящегося в эксплуатации, объемом I $дм^3$, отбирают из фильтра на высоте 400-500 мм от верхней границы слоя, после проведения взрыхления. Пробу хранят в стеклянной посуде с притертой пробкой с указанием наименования ионита, даты отбора, номера фильтра.

3.2. Контроль качества ионитов

Подготовку ионитов к испытаниям ведут в соответствии с ГОСТ I0896. Нормативные документы на методы контроля качества ионитов приведены в приложении 2.

Основными показателями, определяющими потребительские свойства ионитов для водоподготовки, являются гранулометрический состав, динамическая обменная емкость при заданном расходе реагента на регенерацию, осмотическая стабильность (см.приложение 2).

Приложение I

Справочное

Номенклатура отечественных и зарубежных ионитов, применяемых для водоподготовки

(наименование страны, фирмы-изготовителя, марки ионита)

Таблица III.I

Россия	Украина	Венгрия	Германия	США-Франция	США	Индия	Китай
АО ТОКЕМ АО АЗОТ АО ОМИС	АО АЗОТ ПХЗ	Нитрокемия	Хеми АГ Биттерфельд--Вольфен	Ром энд Хаас	Дау Кемикл	Термакс	
		Варион	Вофатит Леватит	Амберлит Дуалит	Дауэкс	Тульсион	
			Катиониты карбоксильные				
	КМ-2П*	КСО	СА-20 CNP	JRC-76* С433	ССЗ	СХО-9	Д IIS*
			Катиониты сильнокислотные				
КУ-2-8	КУ-2-8 КУ-2-8н	KS	KPS SI00	JR-I20 C20	HCR-S;W	Т-42	00I 7
	КУ-23*	KSM*	KS10* S120	JR-200* C26*	MSC-1*		D001*

Аниониты слабоосновные стирольные

АД-4I*	МР-62*	JRA-93*	A-368*	MWA-1*	A-2x-MP*	D 301*
АД-42*		JRA-94*	A-378*			

Аниониты слабоосновные акриловые

АР-49	JRA-67

Аниониты сильноосновные (тип I)

АВ-I7-8	АВ-I7-8	АТ-660	М500	JRA-420			
	АМ-8	АТ-400	МР500*	JRA-900*	A101D	SBR-P	
	АВ-I7П						

Аниониты сильноосновные (тип 2)

АД		М600	JRA-410
АДМ*	SBK	МР600*	JRA-910*

Примечание. * иониты макропористой структуры

Приложение 2
Справочное

Характеристики показателей качества ионитов

Таблица П2.I

Наименование показателя	Норма для марки ионита									Метод испытания
	КУ-2-8	КУ-2-8чс	АВ-I7-8	АВ-I7-8чс	КУ-23	АВ-I7-IОП	АН-3I	КМ-2П	АН-5II	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II
Внешний вид	Сферические зерна от желтого до темно-коричневого цвета				Матовые сферические зерна		Зерна неправильной формы	Сферические зерна		ГОСТ 20298 ГОСТ 2030I ТУ 952330 ТУ 05839463-I4
Гранулометрический состав:										ГОСТ I0900
размер зерен, мм		0,3I5-I,250					0,4-2,0	0,3I5-I,25		
объемная доля рабочей фракции, % не менее	95-96	96	93-95	94-95	95-96	90	92	90-95	93-95	
коэффициент однородности, не более	I,7-I,8	I,7	I,7-I,8	I,6	-	-	-	I,8-2,0	I,8	

Продолжение табл. П2.1

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
эффективный размер зерен, мм	0,35--0,55	0,45--0,55	0,4--0,65	0,6	-	-	-	0,5	0,6	
Массовая доля влаги, %	48-58	50-60	35-50	-	50-70	40-60	5	30-70	40-60	ГОСТ I0898.I
Удельный объем в Н-форме, $см^3/г$ не более	2,8	2,7	3,3	3,3	4,0	4,7	3,5	3,5--4,0	3,7	ГОСТ I0898.4
Полная статическая обменная емкость, мг-моль/$см^3$, не менее	I,8	I,8	I,0	I,I5	I,0	0,8	2,3	2,0	I,6	ГОСТ 20255.I
Динамическая обменная емкость с заданным расходом реагента, г-моль/$м^3$, не менее	500	-	700	-	400	-	I2I0	800	900	ГОСТ 20255.2
Осмотическая стабильность, % не менее	85-94	96	85-92	88-9I	90	90	85	85-95	85-95	ГОСТ I7338
Насыпная масса, $г/см^3$	не нормируется									ГОСТ I0898.2

Примечание. Требования к качеству опытно-промышленных партий аналогов типа КМ-2П (карбоксильного), АН-5II (слабоосновного, стирольного, макропористого) приведены в соответствии с ТУ 952330, ТУ 05809483-I4.

Приложение 3

Обязательное

НОРМЫ РАСХОДА ИОНИТОВ И ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

П3.I. Нормы расхода ионитов и фильтрующих материалов при эксплуатации водоподготовительных установок и конденсатоочисток

Таблица П3.I

Наименование типа загрузки	Усредненный годовой расход материала, в процентах от количества, находящегося в эксплуатации		
	вследствие истирания и осмотического износа	вследствие потери обменной емкости	общий ежегодный расход
I	2	3	4
Сульфоуголь в установках:			
водоподготовки	20	-	20
конденсатоочистки (БОУ)	I00	-	I00
Катионит КУ-2 и его импортные аналоги в установках:			
водоподготовки	I0	-	I0
очистки горячего производственного конденсата	I5	-	I5
конденсатоочистки БОУ:			
при гидразинно-аммиачном ВХР	20	-	20
при нейтральном, комбинированном ВХР	I5	-	I5

Окончание таблицы П3.I

I	2	3	4
Анионит типа АВ-I7-8 и его импортные аналоги в установках:			
водоподготовки	5	I5	20
конденсатоочистки БОУ:			
при гидразинно-аммиачном ВХР	I0	I5	25
при нейтральном, комбинированном ВХР	5	I5	20
Антрацит в установках водоподготовки	I0	-	I0
Сополимер в установках БОУ	I5	-	I5

ПЗ.2. Норма расхода анионитов, используемых при эксплуатации анионитных фильтров первой ступени

Таблица ПЗ.2

Причины досыпки и замены	Усредненный годовой расход ионита на досыпку и замену в % от количества, находящегося в эксплуатации		
	Слабоосновные аниониты		Сильноосновные аниониты
	АН-3I	АН-5II и его импортные аналоги	
I. Истирание и осмотический износ анионита в зависимости от интенсивности эксплуатации, обусловленной частотой регенераций в год			
до 50	5	-	-
50-I00	I0	-	-
I00-I25	I5	5	5
I25-I50	25	-	-
более I50	30	-	-
2. Снижение обменной емкости вследствие необратимого отравления органическими веществами, в зависимости от их концентрации в Н-катионированной воде (по показателю перманганатной окисляемости)			
до 3 мг О/дм^3	20	I0	I0
3,0-5,0 мг О/дм^3	30	I5	I5
5,0-I0,0 мг О/дм^3	40	20	20

ПЗ.3. Ежегодный расход анионитов на досыпку и замену определяется суммой показателей п.п.I и 2 таблицы ПЗ.2 для конкретных условий эксплуатации.

Приложение 4

Справочное

УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ГИДРООКИСИ НАТРИЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ИОНИТНЫХ ФИЛЬТРОВ ОБЕССОЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Величина удельных расходов серной кислоты и гидроокиси натрия на регенерацию отечественных ионитов и их зарубежных аналогов рекомендуется для условий повторного использования регенерационных и отмывочных вод без учета расхода воды на собственные нужды с коэффициентом запаса I,I-I,2 по отношению к фактическому количеству.

П4.I. Удельный расход серной кислоты (ГОСТ 2184) на Н-катионирование воды при химическом обессоливании

П4.I. Удельный расход серной кислоты для регенерации водород-катионитных фильтров первой ступени

Таблица П4.I

	Качество воды после предварительной очистки				Удельный расход серной кислоты с массовой долей 100%, г/г-экв
	$\frac{[HCO_3^-]}{K}$	K мг-экв/дм³	$[Cl^- + SO_4^{2-}]$ мг-экв/дм³	$\frac{[Na^+]}{K}$	
I	2	3	4	5	6
Первая ступень катионирования в одном фильтре прямоточная		катионит	сульфоуголь		
	менее 0,2		менее I,0		II0
			I,0-2,0		I20
	0,2-0,4		менее I,0		I00
			I,0-2,0		II0
	0,4-0,6		менее I,0		85
			I,0-2,0		90
	0,6-I,0		менее 2,0		80

Продолжение таблицы П4.I

I	2	3	4	5	6
	катионит КУ-2 или импортные аналоги				
	0,I-0,I	менее 2,5		менее I,0	II0
		2,5-5,0		менее 0,5	I20
				0,5-I,0	I30
	5,0-I0,0			менее 0,3	I30
				0,3-0,5	I40
				0,5-I,0	I60
	I0,0-I5,0			менее 0,2	I30
				0,2-0,3	I45
				0,3-0,5	I65
				0,5-0,6	I80
Первая ступень катионирования в двух жестко-сопаренных фильтрах; ступенчато-противоточная регенерация	сульфоуголь в предвключенном и основном фильтрах				
	менее 0,2		менее 2,0		95
			2,0-4,0		I00
	0,2-0,4		менее 2,0		90
			2,0-4,0		95
	0,4-0,6		менее 2,0		85
			2,0-4,0		90
	0,6-0,8		менее 4,0		80
	0,8-I,0		-"-		75
	сульфоуголь (65% объема) - в предвключенном; КУ-2 (35% объема) - в основном фильтрах				
	менее 0,2		менее 2,0		I00
			2,0-4,0		II0
			4,0-6,0		II5
	0,2-0,4		менее 2,0		95
			2,0-4,0		I05
			4,0-6,0		I00

Окончание таблицы П4.I

I	2	3	4	5	6
	0,4-0,6		менее 2,0		90
			2,0-4,0		95
			4,0-6,0		I00
	0,6-0,8		менее 3,0		85
			3,0-6,0		90
	0,8-I,0		менее 6,0		85
	катионит КУ-2 в предвключенном и основном фильтрах (соотношение объемов I:I)				
	0,I-I,0		менее 5,0		II0
			5,0-I0,0		II5
			I0,0-I5,0		I25

П4.I.2. Удельный расход серной кислоты для регенерации водород-катионитных фильтров второй ступени (схема обессоливания с параллельным включением фильтров) принимается равным I50 г/г-экв.

П4.I.3. Удельный расход серной кислоты для регенерации катионита в водород-катионитных фильтрах третьей ступени (раздельных или ФСД) принимается 80-I00 кг на I $м^3$ катионита (3,5 г на $м^3$ обессоленной воды).

П4.2. Удельный расход гидроокиси натрия (ГОСТ 2265-79) на анионирование воды при химическом обессоливании

Таблица П4.2

	$\frac{[HSiO_3]}{A}$	Удельный расход гидроокиси натрия с массовой долей 100%, г/г-экв
Одноступенчатое анионирование воды, "упрощенные" схемы обессоливания		
Анионирование в одном фильтре (анионит АВ-17 или его аналоги) прямоточная регенерация	менее 0,05	220
	0,05-0,10	230
	0,10-0,15	250
	0,15-0,20	280
	0,20-0,30	300
Анионирование в двух жестко-спаренных фильтрах ступенчато-противоточная регенерация (анионит АВ-17-8)	менее 0,05	160
	0,05-0,10	170
	0,10-0,15	180
	0,15-0,20	220
	0,20-0,25	240
	0,25-0,30	260
Двухступенчатое анионирование воды, "развернутые" схемы обессоливания		
Параллельное включение фильтров в схему	менее 0,10	100
	0,10-0,20	110
	0,20-0,30	120
	0,30-0,60	140
Блочное включение фильтров в схему	менее 0,05	30
	0,05-0,10	90
	0,10-0,20	100
	0,20-0,30	120
	0,30-0,60	140

Примечание:

$$A=[Cl+SO_4+NO_3+NO_2+HSiO_3/76,1+CO_2/44],\ мг\text{-}экв/дм^3$$

Расход гидроокиси натрия для регенерации анионита в анионитных фильтрах третьей ступени (раздельных или ФСД) принимается равным 120 кг на $м^3$ (3,5 г на кубометр обессоленной воды).

П4.3. Расход воды на собственные нужды обессоливающей установки

Таблица П4.3

Концентрация анионов сильных кислот, мг-экв/$дм^3$	Расход воды на собственные нужды в процентах от объема обессоленной воды,	Коэффициент, учитывающий собственные нужды установки
Н-катионированная вода		
менее 2,0	10	1,10
от 2,0 до 3,0	15	1,15
от 3,0 до 4,0	20	1,20
от 4,0 до 5,0	25	1,25
от 5,0 до 7,0	30	1,30
Частично-обессоленная вода		
менее 2,0	5	1,05
от 2,0 до 5,0	10	1,10
от 5,0 до 7,0	15	1,15

П4.4. Корректировка расхода Н-катионированной воды (схемы с параллельным включением фильтров) и частично-обессоленной воды (схемы с блочным включением фильтров) на собственные нужды установки в зависимости от длительности эксплуатации слабоосновного анионита АН-31.

Таблица П4.4

Концентрация анионов сильных кислот, мг-экв/дм³	Длительность эксплуатации анионита АН-31					
	Первый год		Второй год		Третий год	
Н-катионированная вода						
от 2,0 до 3,0	I5	I,I5	I7	I,I7	20	I,20
от 3,0 до 4,0	20	I,20	22	I,22	25	I,25
от 4,0 до 5,0	25	I,25	27	I,27	30	I,30
от 5,0 до 7,0	30	I,30	33	I,33	35	I,35
Частично-обессоленная вода						
от 2,0 до 5,0	I0	I,I0	I2	I,I2	I5	I,I5
от 5,0 до 7,0	I5	I,I5	I8	I,I8	20	I,20

П4.5. Расчет расхода серной кислоты на регенерацию катионитных установок

Расход серной кислоты в массовой дозе 100% ($P_к$) в граммах на Н-катионирование кубического метра воды (г/м³) определяется по формулам:

П4.5.I. Для двухступенчатого Н-катионирования воды на обессоливающих установках с параллельным включением фильтров:

$$P_к = [У_к \times (к - 0,3) + 150 \times 0,3] \times К_{с.н.} \qquad (П4.I)$$

где $У_к$ – удельный расход серной кислоты в г/г-экв, определяемый в зависимости от качества воды, типа катионирования и применяемых катионитов по табл. П4.I;

K - суммарная концентрация всех катионов в осветленной воде, мг-экв/дм^3;

0,3 - проскок катионов в фильтрах первой ступени, мг-экв/дм^3;

150 - удельный расход серной кислоты для второй ступени катионирования, г/г-экв;

$K_{с.н.}$ - коэффициент, учитывающий расход Н-катионированной воды на собственные нужды установки, определяемый в зависимости от качества исходной воды по таблице П4.3, П4.4.

П4.5.2. Для двухступенчатого Н-катионирования воды на обессоливающих установках с блочным включением фильтров:

$$P'_к = (У_к \cdot K) \cdot K_{с.н.} \qquad (П4.2)$$

П4.5.3. Для трехступенчатого Н-катионирования воды

$$P_к = P'_к + 3,5 \qquad (П4.3)$$

где 3,5 - удельный расход серной кислоты для третьей ступени катионирования, г/м^3.

П4.6. Расчет расхода гидроокиси натрия на регенерацию анионитных фильтров обессоливающих установок

Расход гидроокиси натрия с массовой долей 100% ($P_{щ}$) в граммах на анионирование кубического метра воды (г/м^3) определяется по формулам:

П4.6.1. Для упрощенных схем обессоливания

$$P_{щ} = (У_{щ} \cdot A) K_{с.н.} \qquad (П4.4)$$

где $У_{щ}$ - удельный расход гидроокиси натрия на регенерацию анионитных фильтров в упрощенных схемах обессоливания в г/г-экв, определяемый в зависимости от

качества исходной воды, типа анионирования и применяемых анионитов по таблице П4.2;

A – суммарная концентрация анионов в воде, поступающей на анионитные фильтры, мг-экв/дм^3:

$$A = (SO_4 + Cl + NO_3 + NO_2 + SiO_3/38 + CO_2/22) \quad (П4.5)$$

$K_{с.н.}$ – коэффициент, учитывающий расход частично-обессоленной воды на собственные нужды установки, определяемый в зависимости от качества воды по таблице П4.3, П4.4.

П4.6.2. Для двухступенчатого анионирования воды:

$$P'_{щ} = (У_{щ} \times A) \times K_{с.н.} \quad (П4.6)$$

где $У_{щ}$ – удельный расход гидроокиси натрия на регенерацию анионитных фильтров в развернутых двухступенчатых обессоливающих установках в г/г-экв, определяемый по таблице П4.2.

П4.6.3. Для трехступенчатого анионирования воды:

$$P_{щ} = P'_{щ} + 3,5 \quad (П4.7)$$

где 3,5 – удельный расход гидроокиси натрия на регенерацию третьей ступени анионирования, г/м^3.

Приложение 5

Справочное

УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ПОВАРЕННОЙ СОЛИ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ НАТРИЙ-КАТИОНИТНЫХ ФИЛЬТРОВ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Величина удельного расхода поваренной соли для регенерации натрий-катионитных фильтров рекомендуется при условии повторного использования регенерационных и отмывочных вод без учета расхода воды на собственные нужды с коэффициентом запаса I,I-I,2 по отношению к фактическому количеству.

П5.I. Удельный расход поваренной соли при работе по обычной и ступенчато-противоточной технологии

Таблица П5.I

	Удельный расход соли, г/г-экв		Среднегодовое содержание исходной воды, мг/дм^3	Среднегодовая общая жесткость исходной воды, мг/дм^3
	Обычная технология	Ступенчато-противоточная технология		
I	2	3	4	5
	Сульфоуголь			
Натрий-катионитовый фильтр первой ступени; одноступенчатое натрий-катионирование	I77	I38	200	2,2-6,0
	I77	I38	300	3,2-6,6
	I77	I38	400	3,8-8,2
	I77	I38	500	5,6-9,4
	I97	I53	600	6,I-9,5
	226	I72	900	6,2-9,5
	245	I87	II00	7,I-I3,0
	270	206	I300	7,5-I4,0
	295	226	I600	II,5-I4,0
	320	245	I900	I3,0-I4,0

Окончание таблицы П5.I

I	2	3	4	5
	КУ-2-8 или его аналоги			
	II8	88	500	5,6-9,4
	I48	II3	600	6,I-9,5
	I73	I32	900	6,2-9,5
	I87	I42	I200	7,5-I4,0
	205	I57	I500	II,0-I4,0
	222	I72	I800	I3,0-I4,0
	232	I77	2000	I3,5-I5,0
	Сульфоуголь			
Натрий-катионитовый фильтр последовательного и совместного водород-натрий катионирования	I80	I80	-	-

П5.2. Удельный расход поваренной соли при работе противоточного натрий-катионитного фильтра, натрий-катионитного фильтра второй ступени и фильтра для умягчения конденсатов

Таблица П5.2

	Удельный расход соли, г/г-экв	Среднегодовое солесодержание исходной воды, мг/дм^3	Среднегодовая общая жесткость исходной воды, мг/дм^3
	Сульфоуголь		
Противоточный натрий-катионитовый фильтр	90	до 500	до 9,4
	Катионит КУ-2 или его аналоги		
	90	до 500	до 9,4
	I25	до 900	до I0,0
	Сульфоуголь		
Натрий-катионитовый фильтр второй ступени	440	-	-
	Катионит КУ-2 или его аналоги		
	350	-	-
	Сульфоуголь		
Фильтр для доумягчения конденсатов	440	-	-
	Катионит КУ-2 или его аналоги		
	350	-	-

П5.3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСХОДА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Расход поваренной соли для регенерации Na-катионитных фильтров на умягчение 1 м^3 воды (г/м^3) в расчете на 100% хлористый натрий определяют по формулам:

Для одноступенчатого Na-катионирования или для Na-катионитных фильтров I ступени:

$$P_1 = y_1 (ж_{об} - ж_{ост}) \qquad (П5.1)$$

Для Na-катионитных фильтров 2 ступени:

$$P_2 = y_2 (ж_{ост} - ж_{норм}) \qquad (П5.2)$$

Для H-Na-катионитных фильтров:

$$P_3 = 18C (ж_{об} - щ + a) \qquad (П5.3)$$

где y_1, y_2 - удельные расходы поваренной соли (г/г-экв) соответственно, выбирают по таблице по исходным данным: среднегодовому солесодержанию исходной воды, используемому катиониту, технологии работы фильтров (для фильтров I ступени);

$ж_{об}$ - среднегодовая общая жесткость исходной воды перед Na-катионитным фильтром I ступени, мг-экв/дм^3 (г-экв/м^3);

$ж_{ост}$ - средняя за фильтроцикл остаточная жесткость воды, после I ступени Na-катионирования, мг-экв/дм^3 (г-экв/м^3);

$ж_{норм}$ - нормируемая жесткость умягченной воды, мг-экв/дм^3 (г-экв/м^3);

$щ$ - карбонатная щелочность исходной воды, мг-экв/дм^3 (г-экв/м^3);

a - заданная щелочность фильтрата, мг-экв/дм^3 (г-экв/м^3).

Приложение 6

Справочное

МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБМЕННОЙ ЕМКОСТИ СИЛЬНООСНОВНОГО АНИОНИТА

Наименование операции	Объемная скорость пропускания, $м^3/м^3$	Расход реагента, $кг/м^3$
I	2	3
Предварительная обработка раствором гидроокиси натрия (концентрация 40 $г/дм^3$)	-	25
Отмывка частично обессоленной водой до щелочности фильтрата 5-10 мг-экв/$дм^3$	-	-
Обработка серной (соляной) кислотой (концентрация 20-30 $г/дм^3$) с промежуточным настаиванием в растворе в течение 16 ч	8	40
Отмывка частично-обессоленной водой до кислотности фильтрата 5-10 мг-экв/$дм^3$	-	-
Обработка щелочным раствором хлористого натрия (концентрация хлористого натрия - 100 $г/дм^3$, гидроокиси натрия - 20 $г/дм^3$) с промежуточным настаиванием в растворе в течение 16 час (при температуре 40-60°С)	8	40
Отмывка частично обессоленной водой (допускается использование водород-катионированной или умягченной воды) до концентрации иона хлора в фильтрате, равной исходной	-	-

I	2	3
Регенерация анионита раствором гидроокиси натрия (концентрация 40 г/дм^3) в два этапа с промежуточной отмывкой	-	200
Отмывка частично обессоленной декарбонизованной водой в соответствии с режимной картой эксплуатации, принятой на установке		

Приложение 7
Справочное

МЕТОДИКА
подбора пары катионита (аналога КУ-2) и анионита (аналога АВ-17) для шихты ФСД

Товарный катионит регенерируют с расходом серной кислоты 100 кг/м^3 (импортный - 150 кг/м^3), анионит - с расходом гидроокиси натрия 150 кг/м^3.

40 см^3 каждого компонента загружают в лабораторный фильтр (внутренний диаметр - 20 мм; высота - 1 м), перемешивают воздухом в течение 5 мин, затем при скорости восходящего потока конденсата 12,5 м/ч гидравлически разделяют слои (при расширении объема смеси ионитов в 2 раза) в течение 30 мин.

Для оценки качества разделения слоев катионита и анионита отбирают 6 проб равного объема через каждые 40 мм от верхней границы по высоте слоя. После замера суммарного объема пробы их помещают в емкость с раствором гидроокиси натрия (концентрация 160-180 г/дм^3).

При наличии катионита в пробе он оседает на дне емкости, анионит всплывает. Разделение ионитов считается удовлетворительным, если суммарное остаточное содержание катионита в анионите или анионита в катионите в пробах не превышает 10% от общего объема слоя катионита или анионита.

Приложение 8

Справочное

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ КОНСЕРВАЦИИ ИОНИТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ОСТАНОВАХ ОБЕССОЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК

П8.1. Предварительное взрыхление, регенерация и отмывка ионитов в соответствии с режимной картой эксплуатации установки, для слабоосновных анионитов достаточно проведения операции взрыхления.

П8.2. Перевод ионитов в солевую форму пропусканием раствора хлористого натрия с концентрацией 80-100 г/дм^3 со скоростью 3-4 м/ч до выравнивания концентрации катиона натрия на входе и выходе из фильтра (для катионитов) и аниона хлора для сильноосновных анионитов, последующая отмывка ионитов от избытка хлоридов.

Раствор соли должен быть предварительно умягчен (в ячейках мокрого хранения за несколько часов до фильтрования раствора) во избежание осаждения гидроокиси кальция и магния на зернах анионита.

П8.3. Полное дренирование воды из фильтров и закрытие арматуры.

Приложение 9

Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ
НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ,
НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ

Обозначение	Наименование	Номер пункта, приложения
I	2	3
ГОСТ 2184-77	Кислота серная техническая. Технические условия	П4
ГОСТ 2263-79	Натр едкий технический. Технические условия	П4.2
ГОСТ I0896-78	Иониты. Подготовка к испытанию	3.2
ГОСТ I098.I-84	Иониты. Методы определения влаги	П2
ГОСТ I0898.2-74	Иониты. Метод определения насыпной массы	П2
ГОСТ I0898.4-84	Иониты. Методы определения удельного объема	П2
ГОСТ I0900-84	Иониты. Методы определения гранулометрического состава	П2
ГОСТ I7338-88	Иониты. Методы определения осмотической стабильности	П2
ГОСТ 20255.I-89	Иониты. Метод определения статической обменной емкости	П2
ГОСТ 20255.2-89	Иониты. Методы определения динамической обменной емкости	П2
ГОСТ 20298-74	Смолы ионообменные. Катиониты. Технические условия	I.I, П2

1	2	3
ГОСТ 20301-74	Смолы ионообменные. Аниониты. Технические условия	I.I, П2
ТУ 05839463-I-I4-93	Аниониты АН-5II-ОМ. Технические условия	П2
ТУ 952830-92	Катиониты КМ-2п. Технические условия (Украина)	П2

gost.e-ecolog.ru