

# ПЬЮРОПАК

Технология “зажатых слоев”

ПЬЮРОЛАЙТ

©2003 компания PUROLITE

ВВЕДЕНИЕ	<i>Страница 3</i>
ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПЬЮРОПАК И СМОЛ ПЬЮРОПАК	<i>Страница 4</i>
ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА	<i>Страница 5</i>
ДАННЫЕ ПО РАБОЧИМ ЕМКОСТЯМ СМОЛ ПЬЮРОПАК И ПО ПРОСКОКАМ ИОНОВ В ФИЛЬТРАТ	<i>Страница 7</i>
МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР	<i>Страница 11</i>
ПРОЦЕСС РЕГЕНЕРАЦИИ СМОЛ В ТЕХНОЛОГИИ ПЬЮРОПАК	<i>Страница 62</i>
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ГЛУБИНЫ СЛОЕВ СМОЛ	<i>Страница 67</i>
НАЧАЛЬНАЯ И РАБОЧАЯ СКОРОСТИ УПЛОТНЯЮЩИХ ПОТОКОВ	<i>Страница 70</i>
ДАННЫЕ ПО ПЕРЕПАДАМ ДАВЛЕНИЯ	<i>Страница 76</i>
ЗАГРУЗКА СМОЛ	<i>Страница 78</i>
ГРАФИКИ РАСШИРЕНИЯ СЛОЕВ СМОЛ ПРИ ОБРАТНОМ ПОТОКЕ	<i>Страница 81</i>
ИНЖЕНЕРНЫЙ РАЗДЕЛ	<i>Страница 92</i>
ПРИЛОЖЕНИЯ	<i>Страница 97</i>

## Введение

В 1993 году ПЬЮРОЛАЙТ опубликовал брошюру о разработке фильтров с «зажатыми слоями», целью которой было представить научный подход к технологии и предоставить помощь проектировщикам в выборе подходящей системы в зависимости от индивидуальных требований.

По прошествии нескольких лет многие технологические схемы с «зажатыми слоями», были оснащены смолами ПЬЮРОЛАЙТ и работали в удовлетворительном режиме, благодаря предостережениям, полученным из информации, имеющейся в первой брошюре ПЬЮРОЛАЙТ по «зажатым слоям».

Однако, три года назад ПЬЮРОЛАЙТ пришел к выводу, что появилась необходимость улучшения таких противоточных систем, с тем, чтобы избежать потенциальных проблем, свойственных другим технологиям с зажатыми слоями.



Поэтому в ПЬЮРОЛАЙТ установил на своем заводе в Понтиклине пилотную установку с «зажатым слоем» и через 18 месяцев была получена детальная научная информация касающаяся:

- Основных конструкций фильтров и систем;
- Детальных проработок конструкций распределительных систем;
- Направления потока при работе фильтра и при регенерации;
- Связи гидравлических характеристик с уплотнением слоя и перепадом давления;
- Требований к устройствам для взрыхляющей промывки;
- Размеров частиц смолы;
- Характеристик полной обменной емкости и проскоков загрязнений в фильтрат;
- Перегрузок смолы;

Детальная информация, полученная в этом случае, является уникальной, особенно информация, касающаяся показателей обменной емкости смол ПЬЮРОПАК и проскоков ионов в фильтрат, которые во многих случаях превосходили опубликованные нами ранее показатели и показатели противоточных систем конкурентов.

Другим важным моментом этого исследования является изучение влияния концентрации взвешенных частиц в исходной воде на технологические показатели установки, которое приводит к заключению, что для длительного стабильного срока службы смолы, благоприятным условием является обеспечение для большинства случаев полноценной взрыхляющей промывки.

Это условие, как было установлено, является даже более важным при работе в режиме противоточной регенерации и прямоточной работе фильтров.

Данная брошюра, представляющая технология ПЬЮРОПАК, обеспечивает подробными детальными проработками наладочные организации для проектирования, монтажа и наладки превосходных систем с «зажатыми слоями».

**В основу технологии ПЬЮРОПАК заложена противоточная работа фильтра и прямоточная регенерация.**

### Выбор схемы ПЬЮРОПАК и смол ПЬЮРОПАК

#### Последовательность смол в схеме.

Выбор оптимальной схемы процесса очистки зависит от нескольких факторов. Предлагаем некоторые комментарии в качестве руководства.

Если установка относительно небольшая, первоочередным фактором является фактор снижения капитальных затрат путем использования систем с двумя фильтрами без декарбонизатора.

Использование декарбонизаторов является оптимальным во всех схемах очистки.

#### Технологическая схема 1: Сильнокислотный катионит - сильноосновный анионит

Преимущества: высокое качество очищенной воды, полученной на установках ПЬЮРОПАК.

#### Технологическая схема 2: Сильнокислотный катионит - слабоосновный анионит.

Такие схемы используются не часто, особенно на установках с большой производительностью. Регенерация анионитового фильтра очень экономична, но получаемая вода имеет сравнительно высокую электропроводимость. В технологии ПЬЮРОПАК рабочее значение pH может быть ниже 7, с колебаниями в течение фильтроцикла. Кремниевая кислота и уголекислота в этой схеме не удаляется.

#### Технологическая схема 3: Сильнокислотный катионит - слабоосновный анионит - сильноосновный анионит

Эта схема рекомендуется в тех случаях, когда отношение Содержание ионов минеральных кислот/Полное содержание анионов является значительным.

Преимущества: это - идеальная схема, когда в первую очередь рассматривается экономия реагентов.

ПЬЮРОПАК в данном случае обеспечивает высокое качество очистки и экономию регенерирующих реагентов.

#### Технологическая схема 4: Слабокислотный катионит - сильнокислотный катионит - сильноосновный анионит

Такая схема используется на больших установках для очистки воды с большим содержанием бикарбонатов, с использованием в схеме декарбонизаторов.

#### Технологическая схема 5: Слабокислотный катионит - сильнокислотный катионит - слабоосновный анионит - сильноосновный анионит.

Это наиболее полная схема и при ее проектировании можно сохранить время, используя расчетную программу ПЬЮРОДИЗАЙН.

Такие схемы обычно используют для очистки воды с высоким содержанием бикарбонатов и соответствующим содержанием минеральных кислот.

Большие установки в таких схемах должны работать с декарбонизаторами.

Предполагается, что большие капитальные затраты установок с подобными схемами компенсируются низкими текущими затратами и низкими затратами на нейтрализацию стоков.

Если выбрана схема с декарбонизатором, то с свою очередь может быть рассмотрено два положения его в схеме относительно фильтра со слабоосновным анионитом

Присутствие двуокиси углерода в исходной воде улучшает емкостные характеристики полистирольных смол, таких, как ПЬЮРОПАК А100, следовательно декарбонизатор должен быть размещен после фильтра с подобной смолой.

С другой стороны, могут возникать проблемы с акриловыми смолами, подобными ПЬЮРОПАК А847 при сорбции ими уголекислоты, поэтому декарбонизатор в этих случаях необходимо размещать перед фильтром с слабоосновной смолой.

#### Выбор смол ПЬЮРОПАК.

Для оптимизации технологических характеристик выбранной схемы ПЬЮРОПАК могут быть выбраны следующие смолы:

СИЛЬНОКИСЛОТНЫЕ КАТИОНИТЫ:

**ПЬЮРОПАК С100, ПЬЮРОПАК С150**

СЛАБОКИСЛОТНЫЕ КАТИОНИТЫ:

**ПЬЮРОПАК С104**

СИЛЬНООСНОВНЫЕ АНИОНИТЫ:

**ПЬЮРОПАК А400, ПЬЮРОПАК А200,**

**ПЬЮРОПАК А500, ПЬЮРОПАК А510,**

**ПЬЮРОПАК А850**

СЛАБООСНОВНЫЕ АНИОНИТЫ:

**ПЬЮРОПАК А100, ПЬЮРОПАК А847**

Рекомендуем также использовать данные на страницах 7-10, касающиеся выбора смол, особенно для выбора сильноосновных смол ПЬЮРОПАК.

## Содержание взвешенных частиц

Хорошо известно, что для стабильной, безаварийной работы ионообменных фильтров необходима предварительная очистка и/или механическая фильтрация исходной воды для удаления взвешенных частиц до минимальных уровней содержания, а также последующее регулярное удаление небольших количеств тех частиц, накапливающихся в фильтрующем слое, взрыхляющими промывками смол в фильтрах.

Рисунок на стр 6 дает информацию о том, какие различные уровни содержания взвешенных веществ в исходной воде можно поддерживать. Принципиально, взвешенные частицы в исходной воде ионообменной установки могут влиять на технологические характеристики смол. Они могут влиять на распределение воды и регенерационных растворов в слое смолы, и в конечном счете, приводят к увеличению перепада давления на фильтре, снижению производительности фильтра и ухудшению качества обрабатываемой воды.

На технологические характеристики слоя смолы влияет не только количество взвешенных частиц, но и их состав.

Рисунок на стр 6 может рассматриваться лишь как общее руководство. В определенных случаях, когда взвешенные вещества имеют благоприятный состав, ионообменный фильтр, как известно, может работать при содержаниях взвешенных частиц больших, чем указанный верхний предел.

Некоторые взвешенные частицы удаляются из исходной воды фильтрованием на первом по ходу, обычно это катионитовый фильтр (если патронные намывные фильтры не включены в схему). Поэтому следующие рассуждения относятся главным образом к этому фильтру.

### “Зеленая область”

Показывает, что в этих условиях необходимы нечастые или практически отсутствующие взрыхляющие отмывки для периодического разделения шихты.

В общем случае, если концентрация взвешенных частиц ниже 0,1 мг/л, то можно без каких либо проблем работать, производя по (5000 x объем смолы) м<sup>3</sup> воды без взрыхляющих промывок. По мере увеличения концентрации взвешенных веществ вплоть до 0,5 мг/л, максимум работы без взрыхляющей промывки снижается до (1000 x объем смолы) м<sup>3</sup>. Однако, если регенерации происходят достаточно часто и слой смолы не сильно уплотнен, необходимости в регулярных взрыхляющих промывках может не быть, но если рабочая емкость или качество очистки ухудшается, то взрыхляющая промывка должна быть обязательно сделана.

### “Желтая область”

Эта область для довольно низких концентраций взвешенных частиц показывает возможность работы фильтров с выработкой воды между взрыхляющими промывками более чем (5000 x объем смолы) м<sup>3</sup> вплоть до (20000 x объем смолы) м<sup>3</sup>. Тем не менее, даже для области, где концентрация взвешенных веществ составляет только 0,025 - 0,1 мг/л, продолжительные фильтроциклы без взрыхления приводят к уплотнению

шихты, особенно при высоких линейных скоростях. В этих условиях эффективность фильтрования улучшается. Если даже все взвешенные вещества задерживаются слоем смолы, то в смоле будет накоплено 0,5 - 1,0 кг. взвешенных веществ на 1 м<sup>3</sup> смолы. Для того, чтобы удалять такое количество накопленных веществ требуются более частые взрыхляющие промывки.

### “Оранжевая область”

Если же в смоле накапливаются более чем 0,5 - 1,0 кг. взвешенных веществ на 1 м<sup>3</sup> смолы, то для нормальной работы регулярные взрыхляющие промывки обязательны. Процесса регенерации иногда достаточно для поддержания необходимого уровня содержания взвешенных веществ в смоле, однако окончательно полагаться на эти условия нельзя. При использовании процесса ПЬЮРОПАК с прямоточной регенерацией обязательно удаляются тяжелые взвешенные частицы и частично более легкие частицы.

В то время, как в процессе противоточной регенерации некоторое количество более легких хлопьевидных частиц, попавших в шихту после процессов коагуляции и механической фильтрации удаляются восходящим потоком регенеранта, более тяжелые взвешенные частицы погружаются на дно шихты в не взрыхляемую область.

### “Красная область”

Однозначно на фильтрах, работающих в этой области, будут появляться эксплуатационные проблемы, тяжесть которых будет зависеть от длительности фильтроцикла. И необходимо в первую очередь заниматься улучшением качества подаваемой на фильтр воды, с точки зрения содержания взвешенных частиц.

На некоторых смолах, работающих в этой области без взрыхления, в конечном счете появляются проблемы с возрастанием перепада давления и перекосом фронта фильтрования, что в свою очередь приводит к снижению рабочей емкости и увеличению проскока загрязнений в фильтрат.

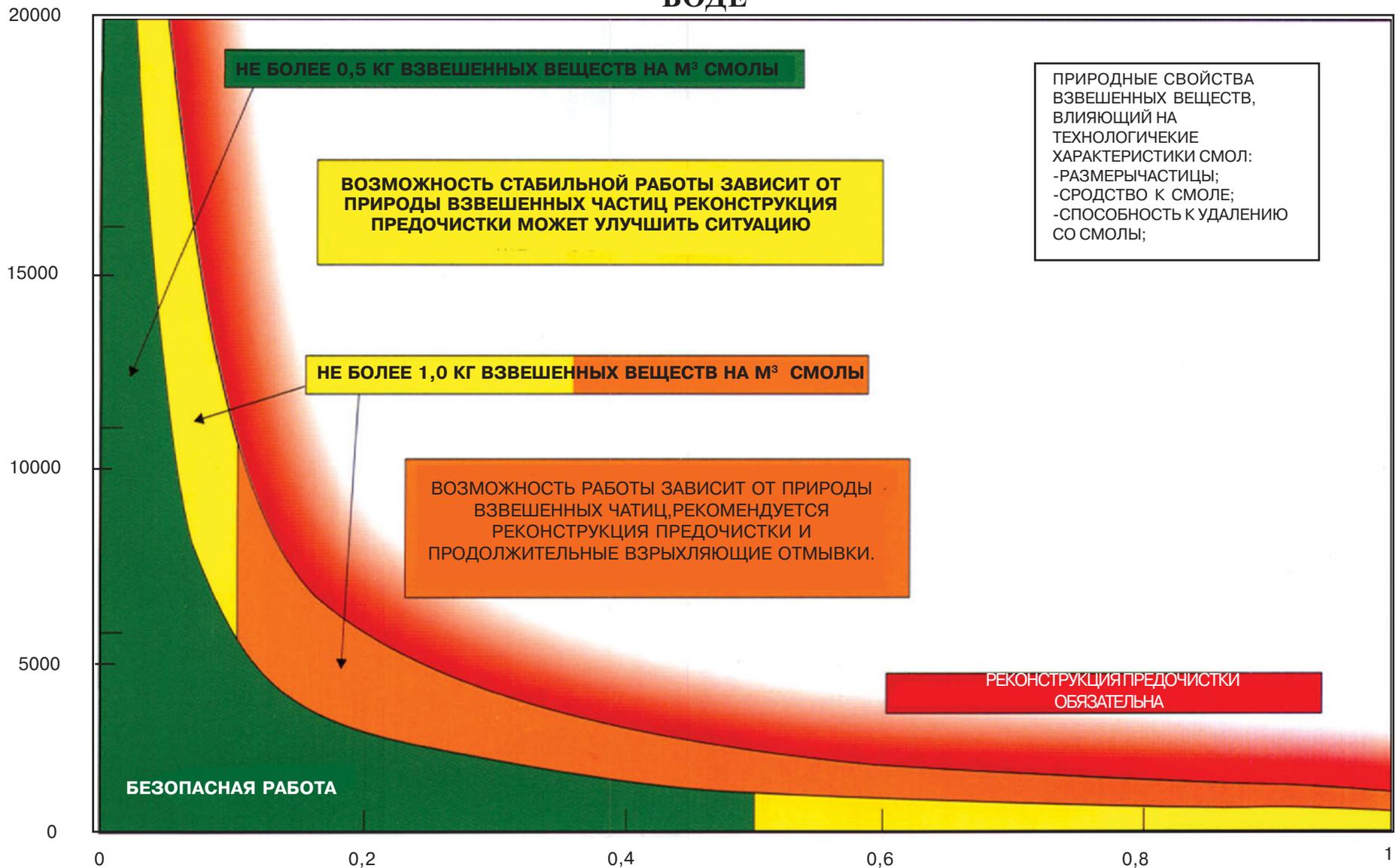
В этом случае обязательно необходимо повысить эффективность предочистки, улучшая при этом процессы коагуляции и осветления (см. рисунок на стр. 6).

## Выводы

Уделяя большое внимание содержанию взвешенных частиц в воде, поступающей на фильтры, согласно предложенным рекомендациям, вы сможете на длительный срок избавить себя от проблем (в самых худших случаях проблемы могут быть связаны с полной потерей материала и аварийной остановкой водоподготовительной установки), хотя всегда возможны ситуации когда кратковременные нарушения по той или иной причине, указанных границ концентраций взвешенных веществ не приводят к нарушению работы установки.

**Технология ПЬЮРОПАК включает в себя устройства для полной выносной взрыхляющей отмывки шихты, конструкция которых показана на чертеже 1004.**

## ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОГО РЕКОМЕНДОВАННОГО ФИЛЬТРОЦИКЛА МЕЖДУ ВЗРЫХЛЯЮЩИМИ ПРОМЫВКАМИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПОСТУПАЮЩЕЙ ВОДЕ



## Данные ПЬЮРОПАК по обменной емкости и проскокам в фильтрат

Для того чтобы вычислять необходимые объемы смолы, и оценить масштабы установки ПЬЮРОПАК, данные по рабочим емкостям и проскокам загрязнений в фильтрат для каждой отдельной смолы ПЬЮРОПАК (т.е. предназначенной для системы ПЬЮРОПАК), были сведены на графики. Использование именно этих данных позволяет спроектировать установку, способную производить очищенную воду необходимого качества с требуемой производительностью непрерывно фильтроцикл за фильтроциклом.

Имея выбранную технологическую схему, которая включает в себя данные: 1) по химическим анализам исходной воды, 2) капитальные затраты и затраты на эксплуатацию, удельные катионные и анионные нагрузки в час на каждую смолу, вычисляемые умножением производительности фильтра ( $\text{м}^3/\text{час}$ ) на полное содержание ионов (экв/ $\text{м}^3$ ). Ионная нагрузка за фильтроцикл может быть затем вычислена, как показано, умножением ионной нагрузки/час на предполагаемый (желаемый) фильтроцикл.

Соответствующая рабочая емкость смолы ПЬЮРОПАК определяется по базовым кривым, затем корректируется умножением на поправочный коэффициент, соответствующий конкретным рабочим условиям и составу воды.

Ряд факторов влияет на выбор регенеранта и его удельный расход. Наиболее важным является требование к качеству производимой воды. В общем случае, чем выше удельный расход регенеранта, тем лучше качество производимой воды и тем меньше размеры установки, но с противоположной стороны эксплуатационные расходы при этом выше.

При расчетах важно иметь ввиду дополнительную ионную нагрузку при выработке воды «на собственные нужды», используемой для растворения реагентов и для послерегенерационной отмывки.

### Удельные производительности (расходы).

В идеальном случае удельные расходы должны лежать в диапазоне 8 - 50 объемов смолы (ОС) в час (ОС/ч). Оптимизации удельного расхода можно достигнуть варьированием объема смолы, продолжительности фильтроцикла или распределения ионной нагрузки между фильтрами (например, между фильтрами в паре: слабоосновный анионит - сильноосновный анионит).

Увеличивая объем смолы, мы будем добиваться снижения удельного расхода. В случае использования пары анионитов слабой и сильной функциональности, в парной ионной нагрузке (смотри дополнение I) от слабого анионита к сильному, необходимо произвести уравнивание удельных расходов для обоих смол.

### Размеры установки

Имея подходящую технологическую схему с определенной последовательностью смол, можно рассчитать размеры установки. Необходимо использовать графики на страницах 68 - 69 и чертежи 1003 и 1013 для того, чтобы сделать правильный надежный выбор соотношения размеров высоты слоя смолы, количества инертного материала и в конечном итоге правильно рассчитать

объем фильтра.

## Катиониты

Выбор между соляными и серными кислотами при регенерации необходимо делать, исходя из таких факторов как производительность, доступность, стоимость, удобство и безопасность операции регенерации. В тех случаях когда вероятно загрязнение катионита железом, соляная кислота, может способствовать сохранению технологических характеристик катионита.

### Сильнокислотные катиониты:

#### Пьюропак С 100 и С150 Пьюропак С100Н и С150Н

Стандартным выбором для обессоливания является гелевый катионит Пьюропак С 100, который может быть поставлен в натриевой или водородной форме.

Катионит Пьюропак С 150 также может быть поставлен в любой форме.

**В случае, когда установка Пьюропак возводится на новом объекте и катионированной или обессоленной воды нет в наличии, рекомендуется закупка Пьюропак С100/С150 в водородной форме, так как катионированная вода после фильтра с такой смолой может быть направлена на анионитовый фильтр и использована для первой регенерации.**

### Рабочая емкость.

Рабочие емкости  $C_{\text{r}}$  для удельных расходов, лежащих в диапазоне 40 - 120 г/л смолы для HCl и 40-140 г/л смолы для  $\text{H}_2\text{SO}_4$  показаны на соответствующих графиках рабочей емкости. Рабочая емкость изменяется в зависимости от состава исходной воды. Емкость увеличивается с увеличением отношения: содержание катионов натрия/ сумма катионов и отношения: общая щелочность/ сумма анионов.

Графики рабочей емкости показаны для различных диапазонов отношения: содержание натрия/ сумма катионов (0-50% и 75-100% для HCl 0-30%, 40-60% и 75-100% для  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Сначала необходимо правильно выбрать график рабочей емкости, относящийся к конкретному соотношению катионов в исходной воде. В некоторых случаях, когда соотношение лежит между диапазонами графиков, необходимо произвести интерполяцию между значениями двух графиков. Подобную интерполяцию можно произвести между значениями кривых соотношения щелочности.

Поправочный коэффициент рабочей емкости по удельным расходам  $K_1$  (см. стр. 31) предназначен для удельных расходов регенерантов ниже 60 г/л смолы, т.к. при этом рабочая емкость уменьшается с увеличением скорости потока.

### Рабочая емкость =

Базовая рабочая емкость  $C_{\text{b}}$  x поправочный коэффициент  $K_1$

Àðáàèà Ñàèèí ðù àèèýðùèà í à ðàáí ÷òð àí èí òù

## Глубина слоя смолы.

Все данные по рабочим емкостям относятся к глубине слоя 1500 мм для конкретного проскока ионов в фильтрат.

Менее глубокие слои, имеющие такие же характеристики по проскокам ионов в фильтрат будут проявлять меньшие рабочие емкости, минимальной рекомендуемой глубиной слоя является глубина 900 мм, при соблюдении допустимого соотношения высоты слоя к диаметру фильтра (см. стр 68). При глубине слоя 900 мм рабочая емкость будет уменьшена на 6%. При глубине 900-1500 мм рабочая емкость будет изменяться пропорционально. Минимальная глубина для смол Пьюропак С100/С150, используемых в паре со слабокислотным катионитом Пьюропак С104 рекомендуется 750 мм.

## Скорость ионной нагрузки

Скорость ионной нагрузки на смолах Пьюропак С100 и С150 превышающая 200 мг-экв/л/час будет уменьшать рабочую емкость и может потребовать до 10% дополнительной высоты слоя смолы.

## Температура исходной воды

Рабочая емкость в большинстве случаев увеличивается с увеличением температуры исходной воды.

Все данные по рабочей емкости приведены для температуры исходной воды 20°C.

Может наблюдаться существенное изменение рабочей емкости при более низких температурах, особенно в случае регенерации серной кислотой для исходной воды с высоким содержанием Na.

## Проскоки ионов в фильтрат

Проскоки Na в фильтрат, L, для удельных расходов регенерантов в диапазоне 40-120 г/л смолы для 100%-ной соляной кислоты и 40-140 г/л смолы 100%-ной серной кислоты изображены на соответствующих графиках проскоков.

### *Слабокислотные катиониты*

#### **Пьюропак С104**

Стандартным выбором для удаления карбонатной жесткости является слабокислотный катионит Пьюропак С104. Пьюропак С100 или С150 для воды с высокой постоянной жесткостью.

В Пьюропак системах слабокислотный и сильнокислотный катиониты должны использоваться в отдельных камерах, и сильнокислотный катионит должен регенерироваться первым по ходу регенерационного раствора, а затем - слабокислотный катионит.

## Рабочая емкость.

Базовая для расчета рабочая емкость  $C_w$ , как функция отношения: Общая жесткость/Общая щелочность изображена на страницах 16 и 18. Рабочая емкость значительно зависит от отношения: Жесткость/Щелочность. Трудно предсказать точно, каким отношение: Жесткость/Щелоч-

ность является в данный момент.

Рабочая емкость повышается с увеличением температуры исходной воды. Поправочный коэффициент рабочей емкости по температуре,  $K_1$  изменяется с изменением отношения: Жесткость/Щелочность. Поправочный коэффициент дан для отношения 0,5, 1,0 и 1,5 на страницах 13-15. Для других отличающихся отношений необходимо сделать интерполяцию между двумя графиками. При отношении 0,5 поправочный коэффициент зависит кроме того от суммы катионов в исходной воде. Поэтому на странице 13 показаны две кривые для суммы катионов 2 и 6 мг-экв/л соответственно. Если сумма катионов лежит между этими пределами, необходимо произвести интерполяцию. Поправочный коэффициент  $K_2$  (стр. 16) показывает увеличение рабочей емкости с увеличением продолжительности фильтроцикла (кинетический эффект).

## Рабочая емкость (экв/л смолы)=

$$\text{Базовая рабочая емкость } C_b \times K_1 \times K_2$$

Минимальной рекомендуемой глубиной слоя для Пьюропак С104 является глубина 600 мм.

## Основное замечание

В системах Пьюропак слабокислотный и сильнокислотный катиониты должны использоваться в отдельных камерах, и сильнокислотный катионит должен регенерироваться первым по ходу регенерационного раствора, а затем - слабокислотный катионит.



**Рабочая емкость=**

**Базовая рабочая емкость,  $C_B \times K_1 \times K_2$**

**Í ðí ñéî èè èí í á â Ñèèúðâð.**

В начале рабочего цикла проскок минеральных кислот очень мал и свободная углекислота проходит через слой смолы, определяя значение электропроводимости воды после фильтра со слабоосновной смолой. По мере того, как фильтр истощается, и движется к концу фильтроцикла, ситуация меняется. Для большей информации смотри раздел по этому вопросу.

**Î ñí î áí î â çàì á÷àí èâ.**

Минимальная глубина слоя для слабоосновных смол -750 мм. Параметры фильтра определяются с целью правильно определить размеры свободного пространства, позволяющего смоле значительно расширяться, что происходит при нормальной работе, и получить правильное соотношение глубины слоя к диаметру фильтра (см. стр 68).

Основное преимущество работы при восходящем потоке воды является использование прямоточной регенерации. Небольшие слои смолы регенерируются более легко, таким образом верхняя часть загрузки является регенерированной в высокой степени относительно небольшим количеством регенеранта и слабоосновная смола может удовлетворительно удалять значительно большие количества органического вещества с дальнейшей обратимой десорбцией. В других противоточных системах риск проникновения больших количеств органических материалов со слабоосновной смолы в сильноосновную из-за перераспределения нагрузки между фильтрами значительно выше. В системах Пьюропак подобный риск минимизирован.

**Ëñí î èüçí ààí èâ äâèèðáí í èçàòí ðà**

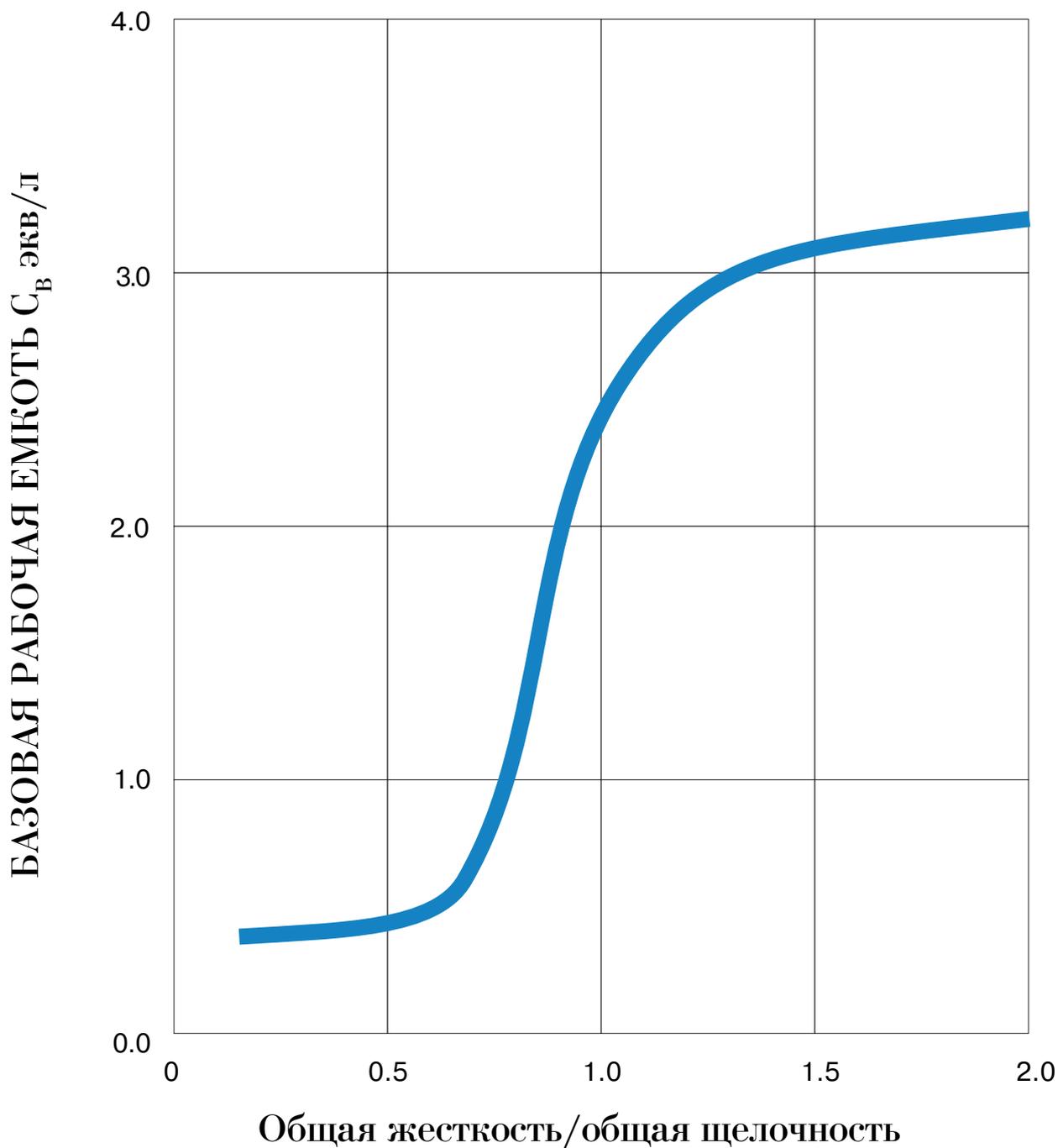
Системы Пьюропак могут использоваться, как с декарбонизаторами, так и без них. Некоторые преимущества схем с размещением декарбонизатора после слабоосновной смолы обусловлены тем, что присутствие углекислого газа улучшают характеристики слабоосновных смол. Однако в тех случаях, когда содержание углекислоты в катионированной воде слишком высоко, акриловые слабоосновные аниониты будут адсорбировать значительное ее количество и будут выделять двуокись углерода при дальнейшей работе, делая невозможным предсказание величины электропроводимости, при которой необходимо отключать фильтр на регенерацию. Разделение различных типов смол в отдельные фильтры позволяет сделать выбор позиции декарбонизатора в схеме.

**Рекомендуется вводить коэффициент проектирования для всех смол (обычно 0,9). Это даст гарантии против падения производительности установки, как следствие изменения качества исходной воды, и некоторых неудач проекта.**

**Графический материал по  
Рабочим емкостям смол и  
проскокам ионов в фильтрат**

## ПЬЮРОПАК С104

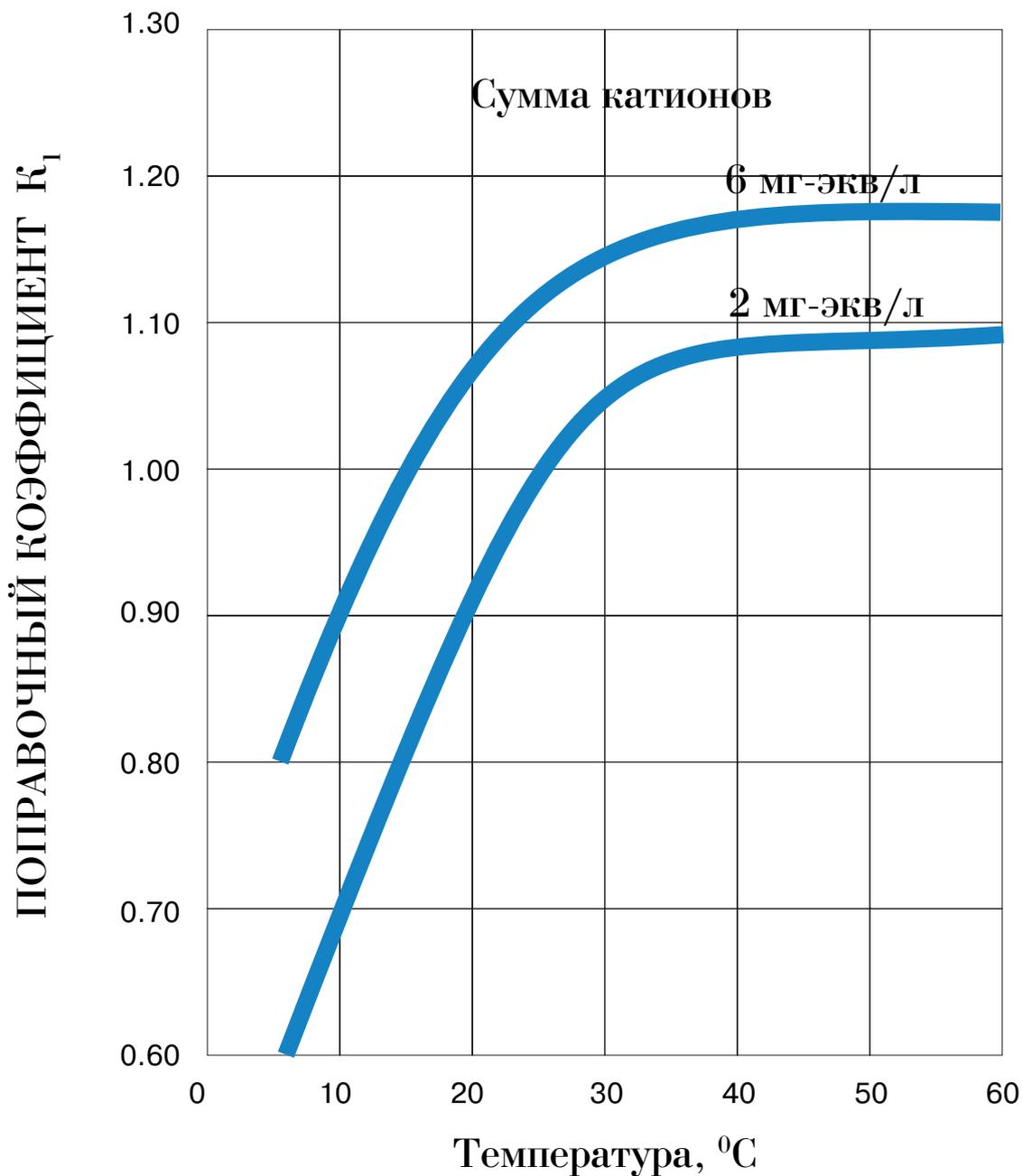
БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$   
Регенерация соляной или серной кислотой



## ПЬЮРОПАК С104

ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по температуре

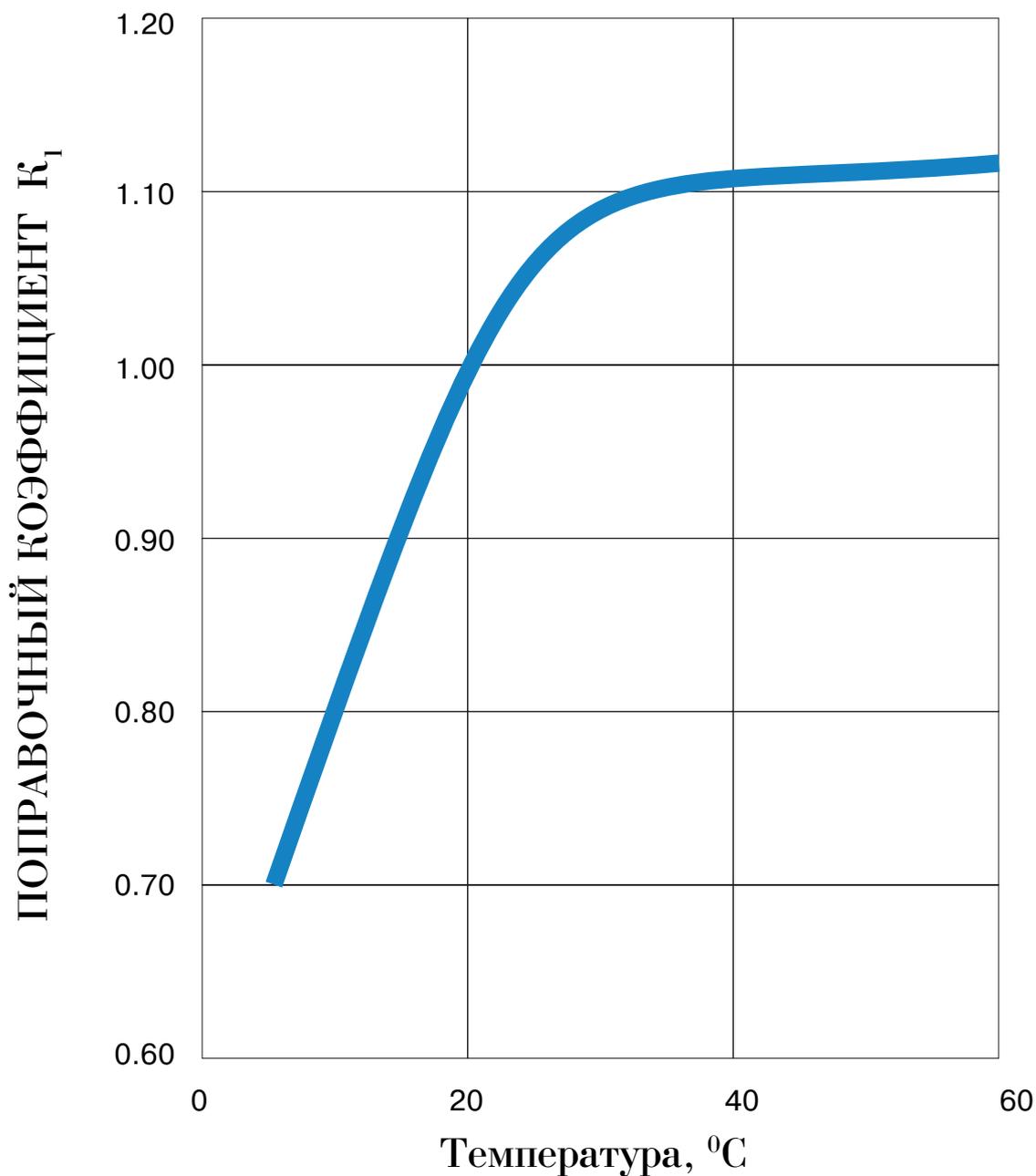
Общая жесткость/Общая щелочность = 50



**ПЬЮРОПАК С104**

ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по температуре

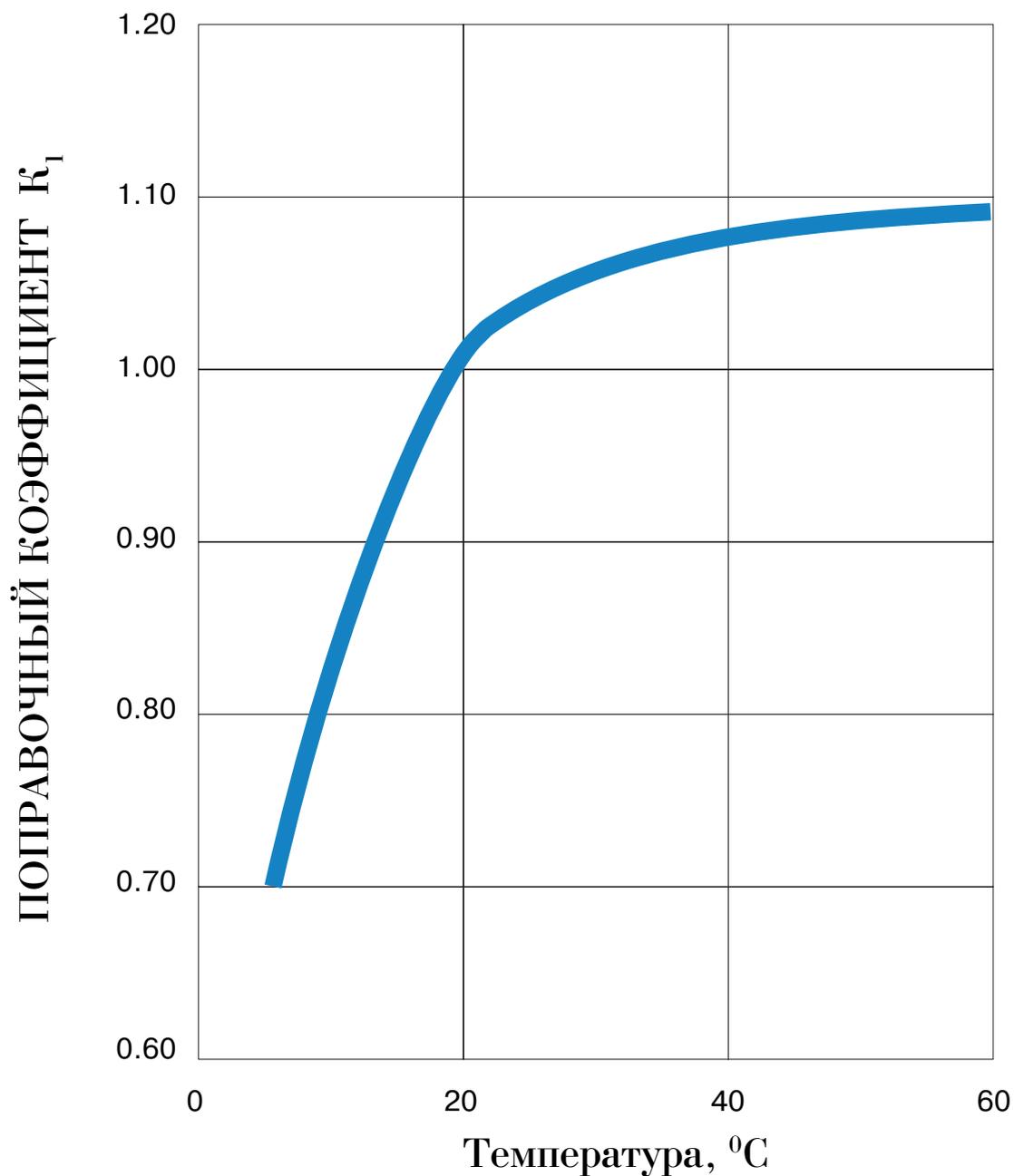
Общая жесткость/Общая щелочность = 1,0



## ПЬЮРОПАК С104

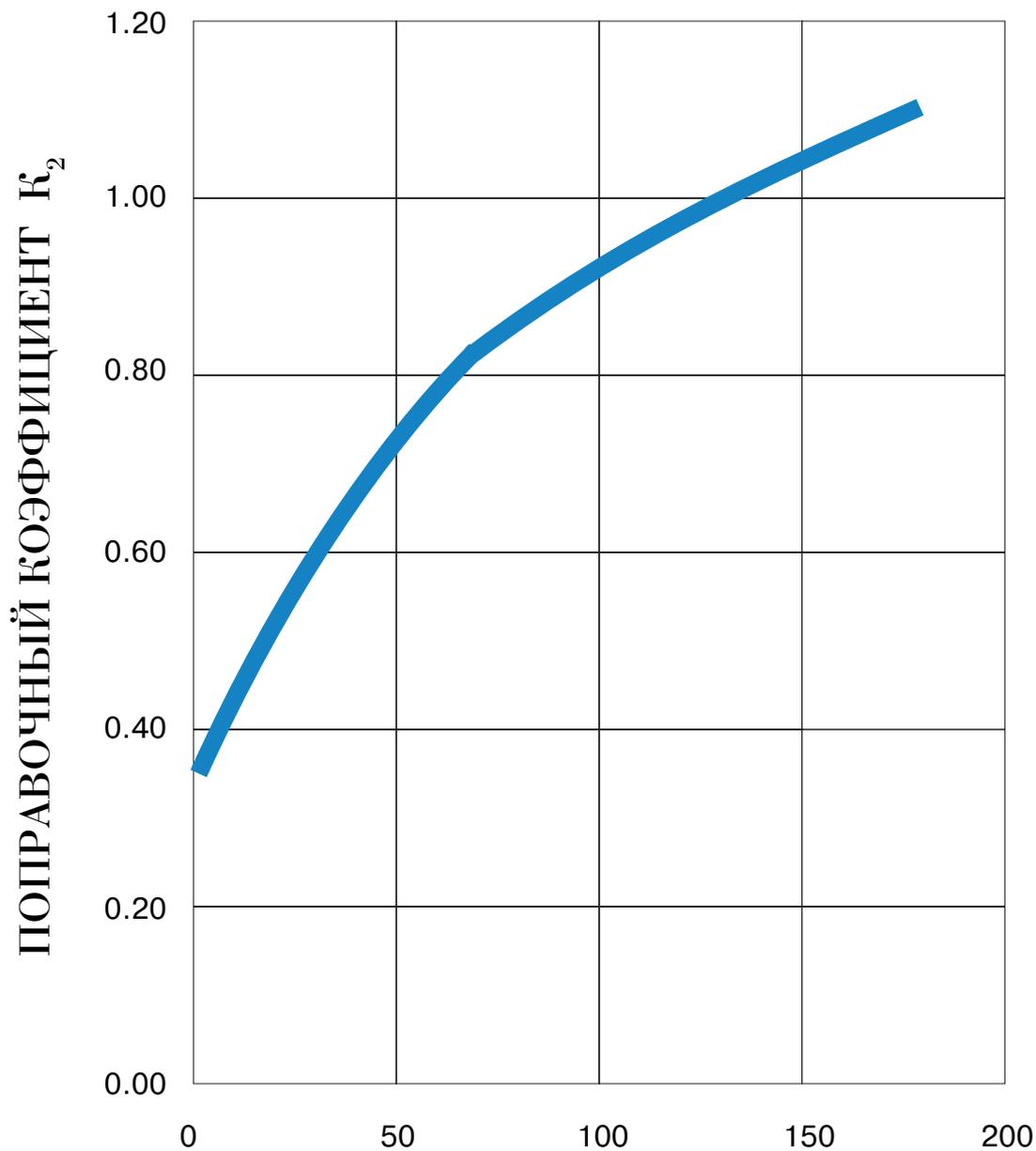
ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по температуре

Общая жесткость/Общая щелочность = 1,5



**ПЬЮРОПАК С104**

ПОПРАВочный коэффициент  $K_2$  для базовой  
рабочей емкости по продолжительности  
фильтроцикла



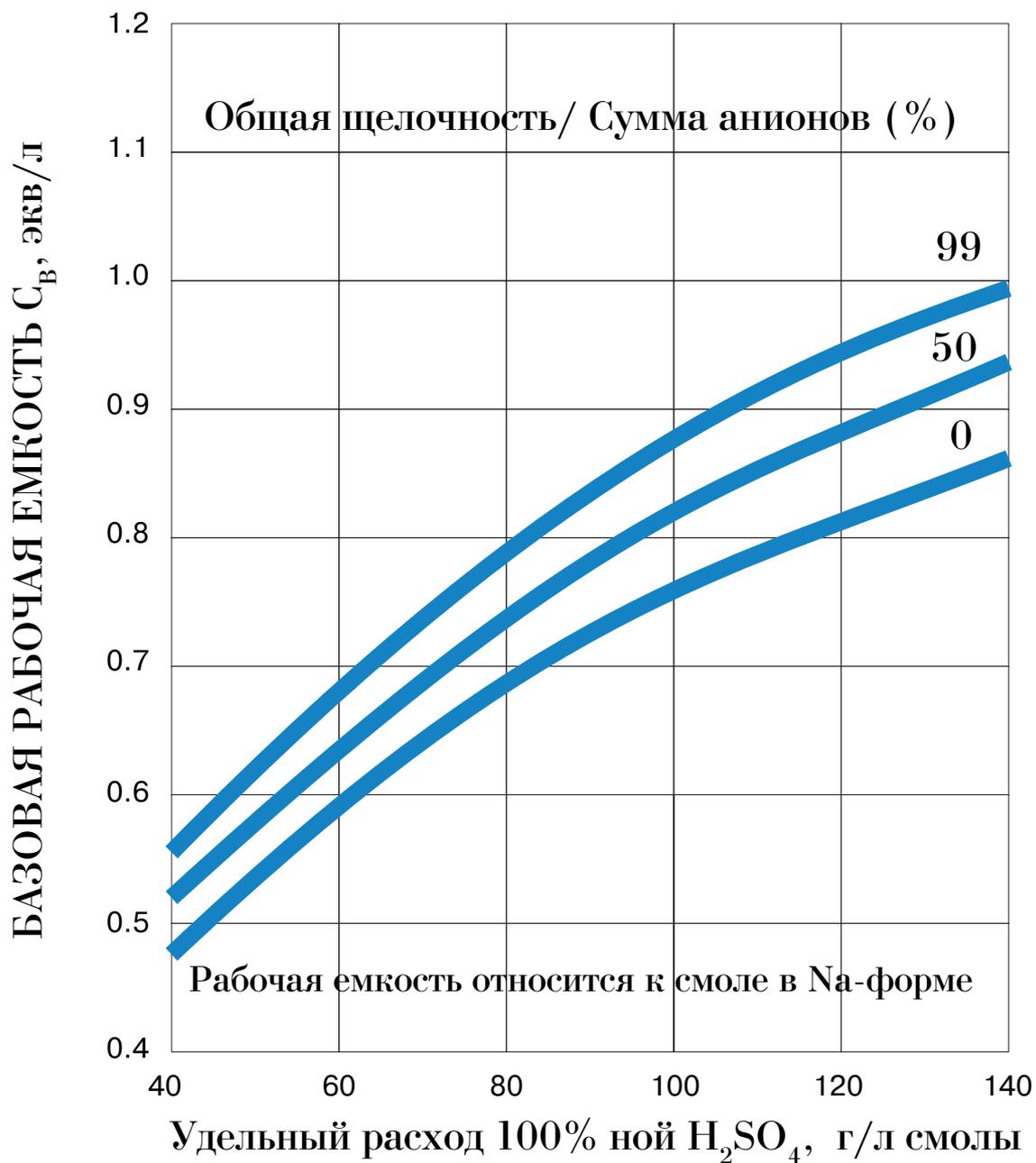
Время фильтроцикла x Общая щелочность (час x мг-экв/л)

## ПЬЮРОПАК С100, С100Н

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$

Регенерация серной кислотой

Для отношения Na/Сумма катионов = 0-30%

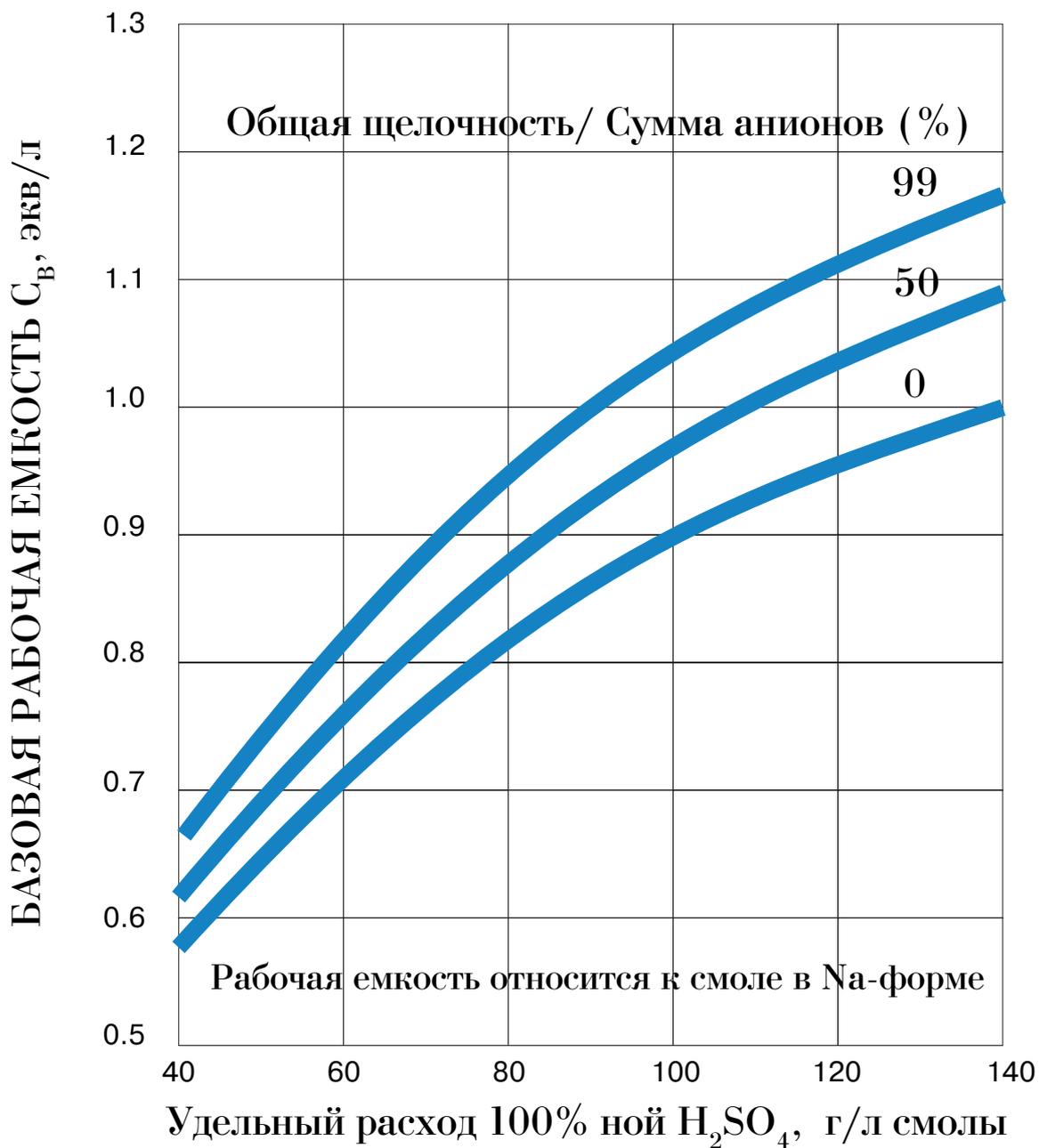


## ПЬЮРОПАК С100, С100Н

### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$

Регенерация серной кислотой

Для отношения Na/Сумма катионов = 40-60%

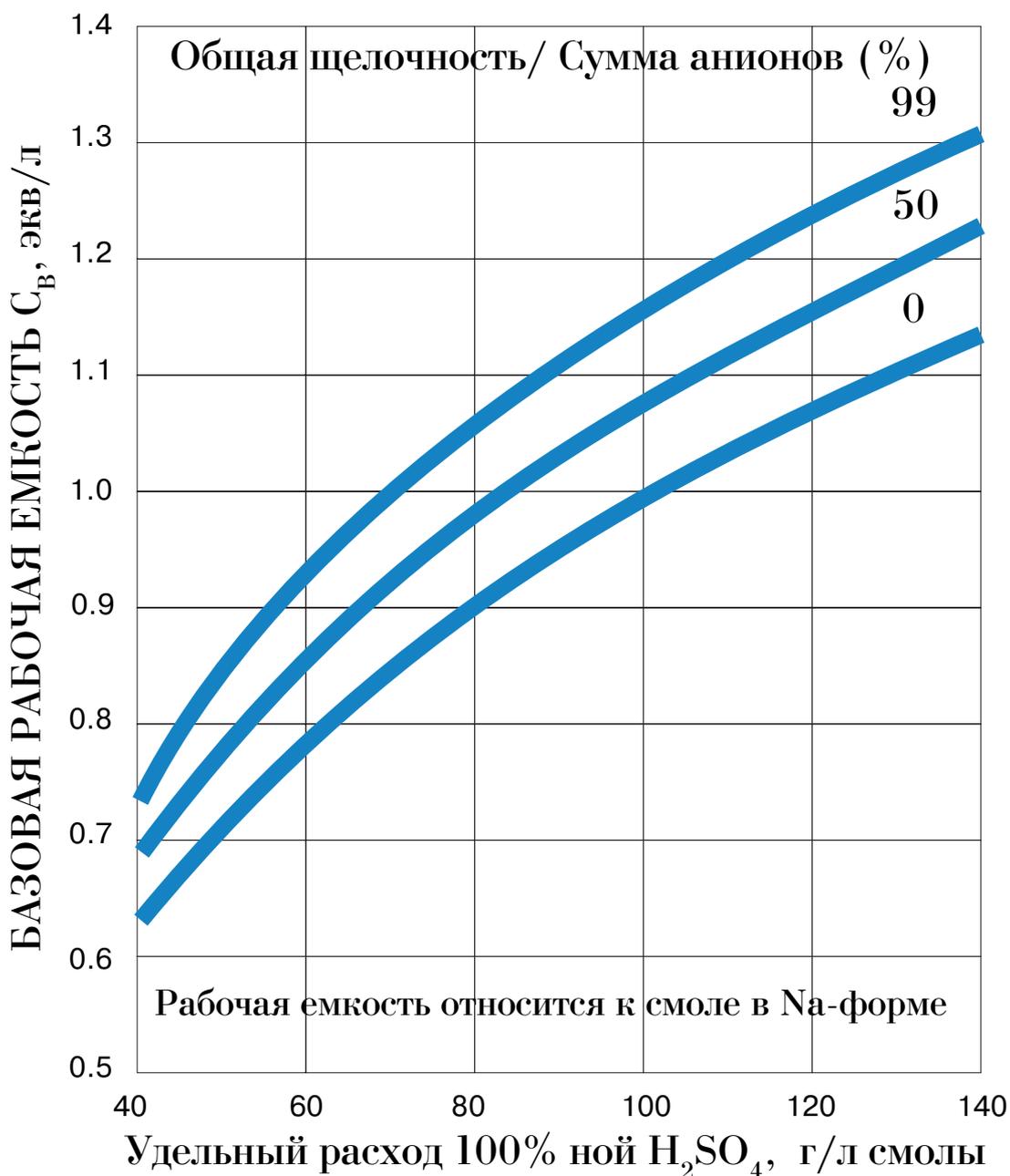


## ПЬЮРОПАК С100, С100Н

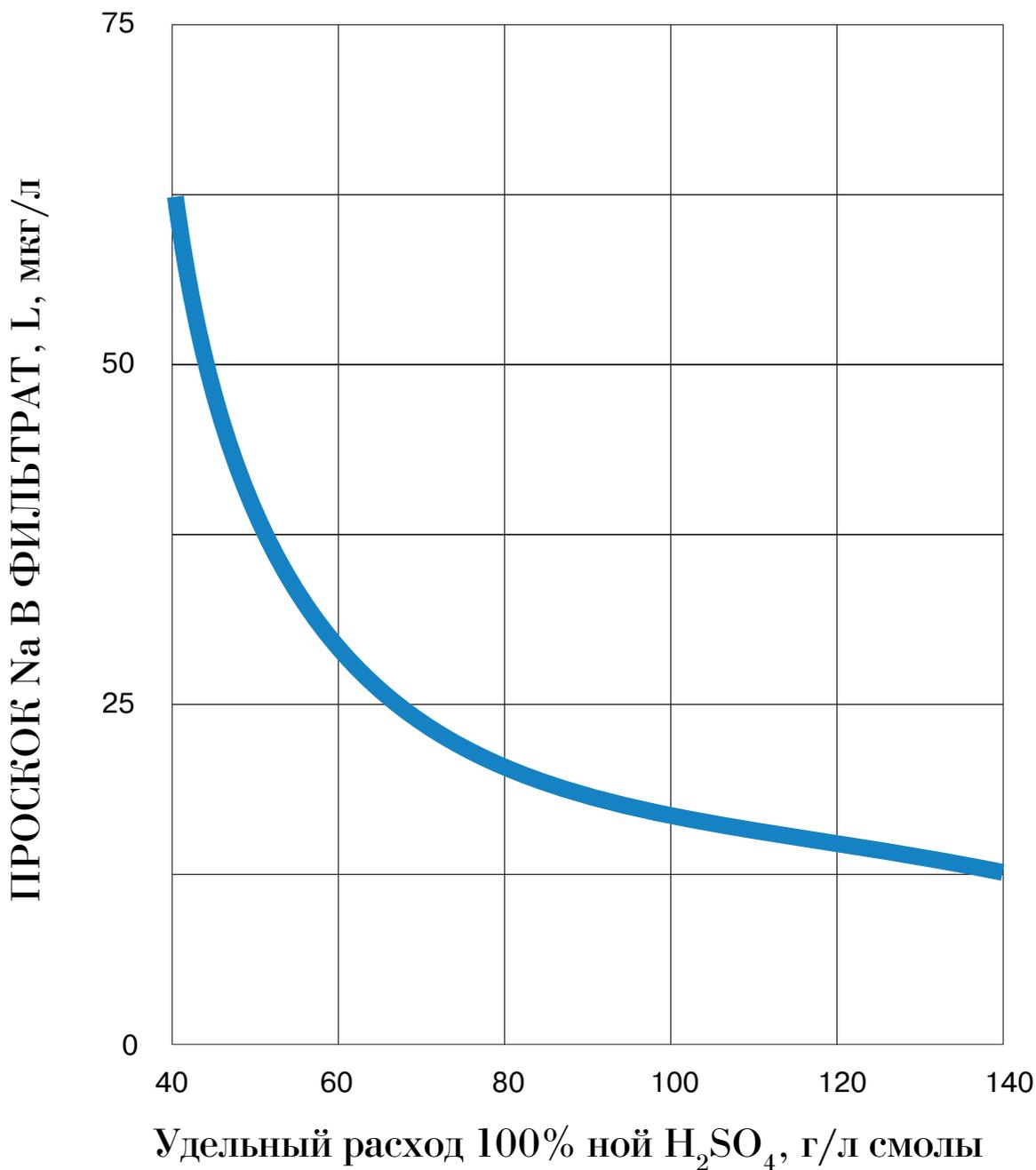
### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$

Регенерация серной кислотой

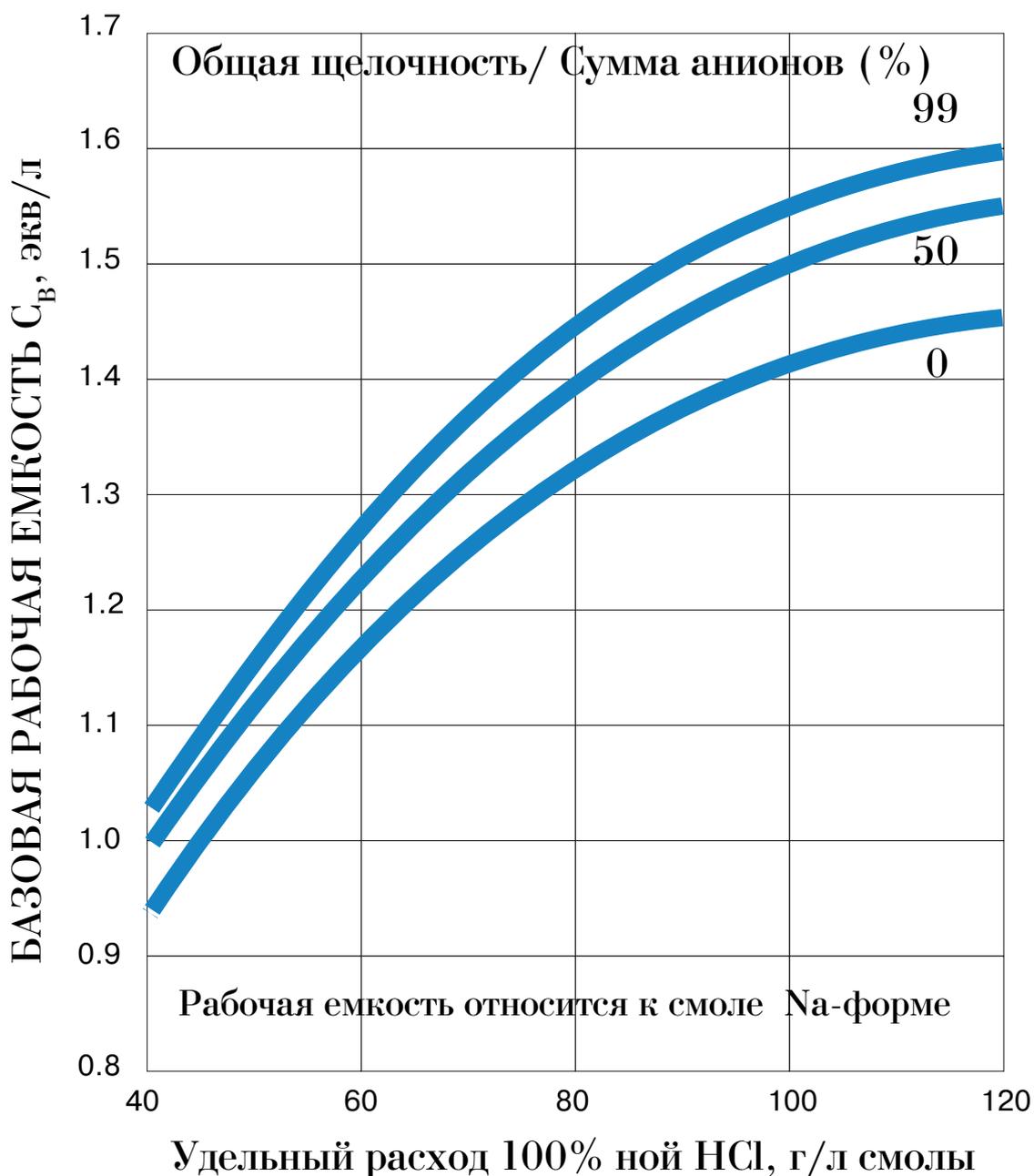
Для отношения Na/Сумма катионов = 75-100%



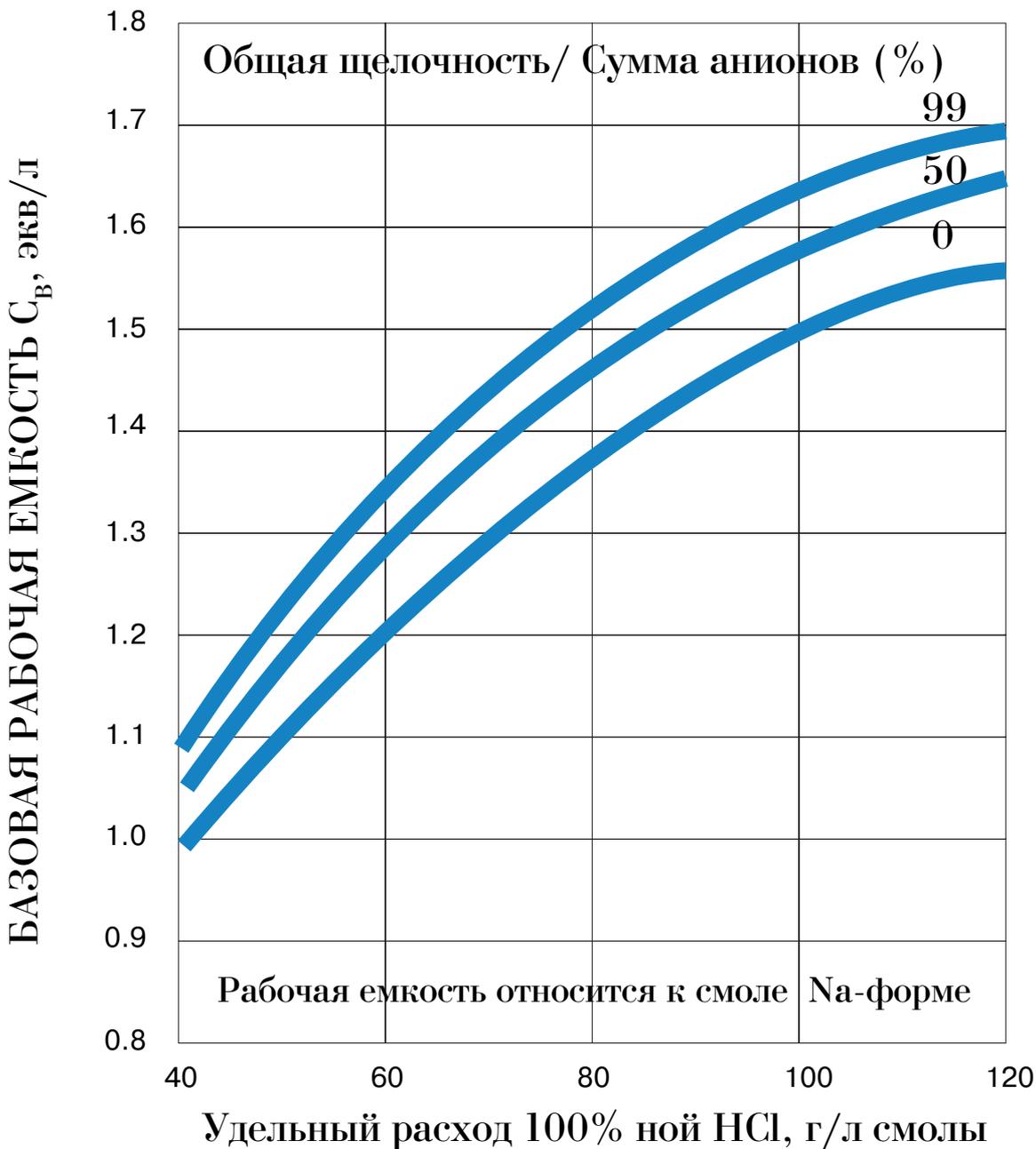
**ПЬЮРОПАК С100, С100Н**  
**ПРОСКОК Na В ФИЛЬТРАТ, L**  
Регенерация серной кислотой



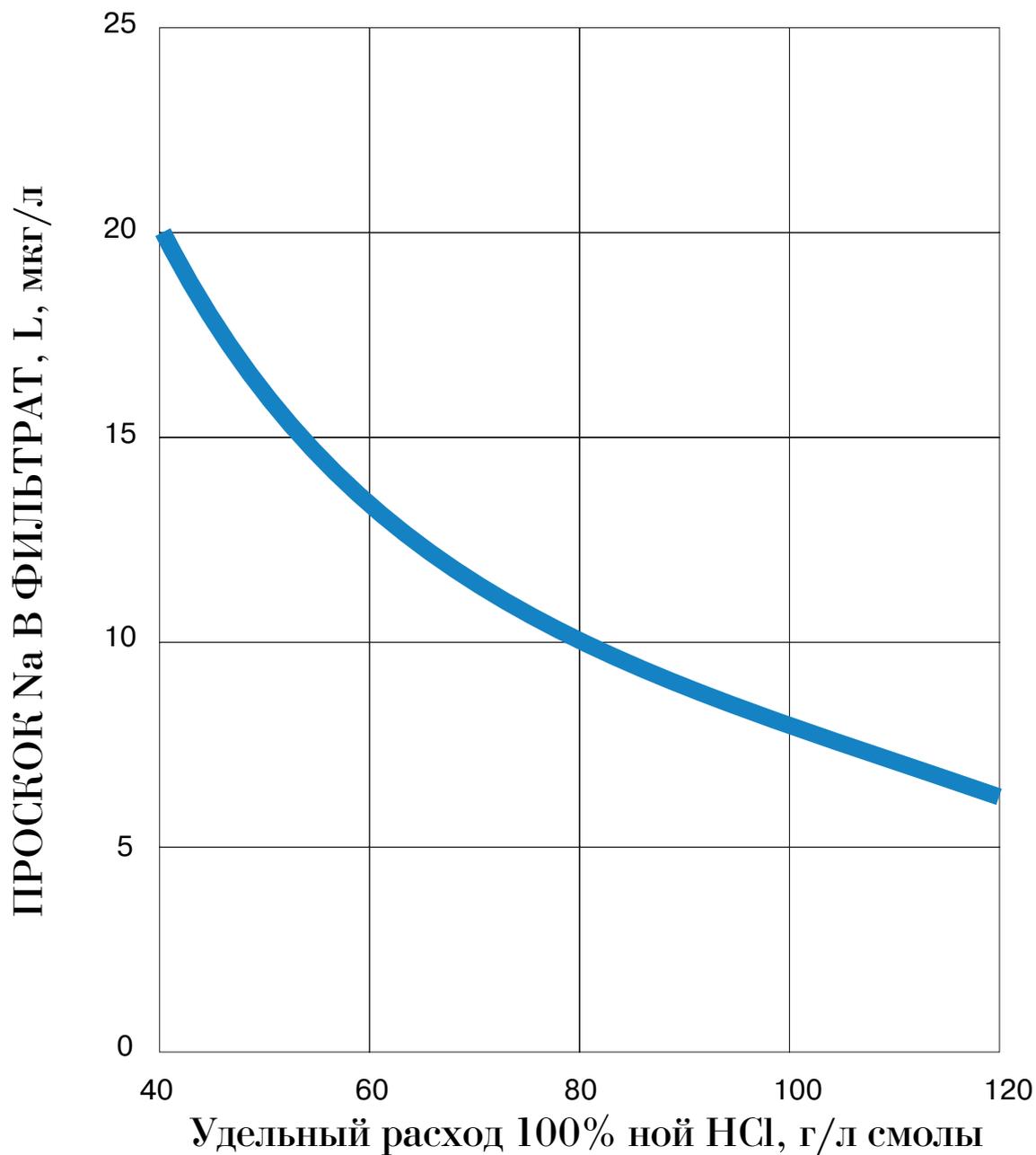
**ПЬУРОПАК С100, С100Н**  
**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $S_B$**   
**Регенерация соляной кислотой**  
**Для отношения Na/Сумма катионов = 0-50%**



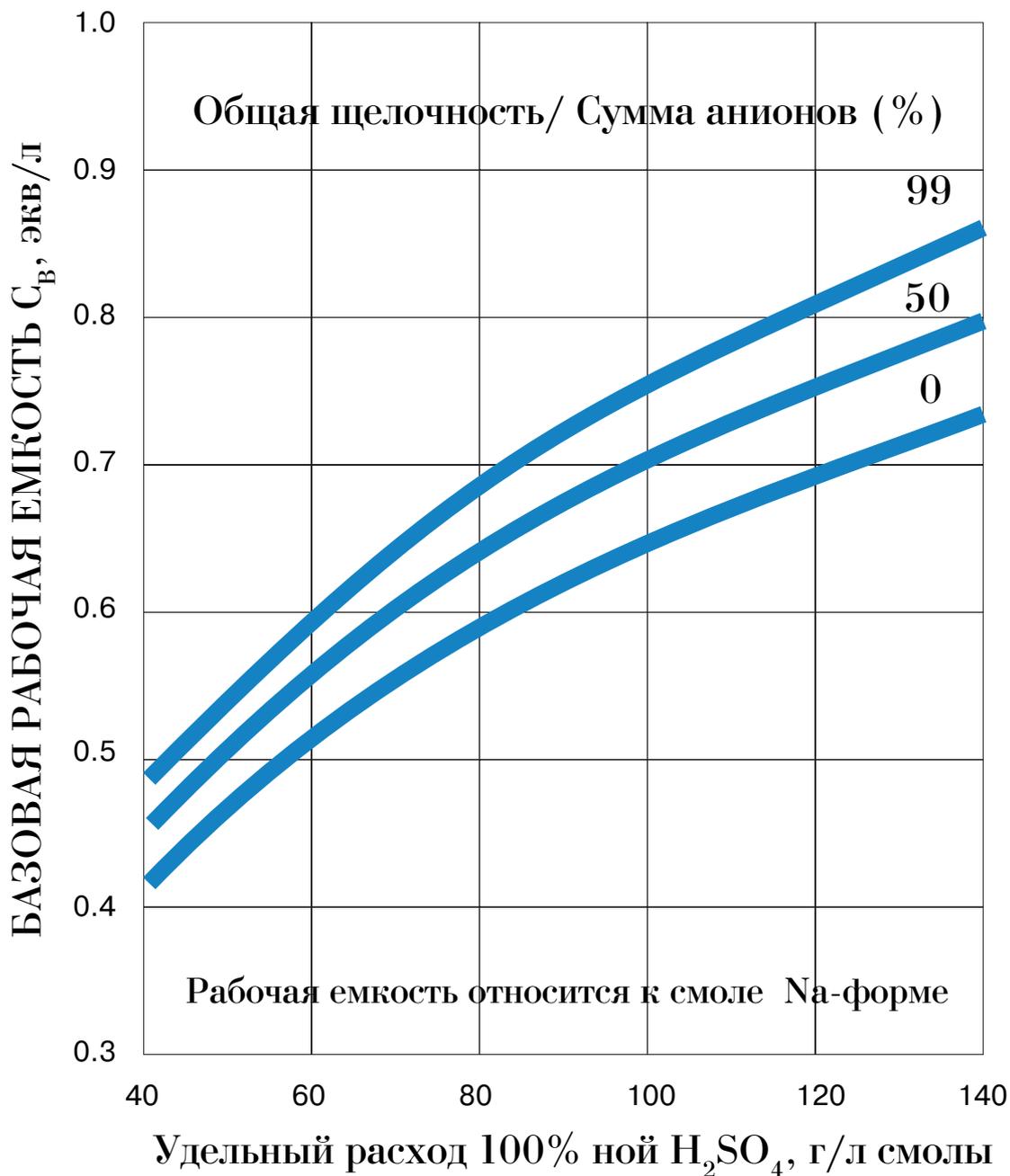
**ПЬЮРОПАК С100, С100Н**  
**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$**   
 Регенерация соляной кислотой  
 Для отношения Na/Сумма катионов = 75-100%



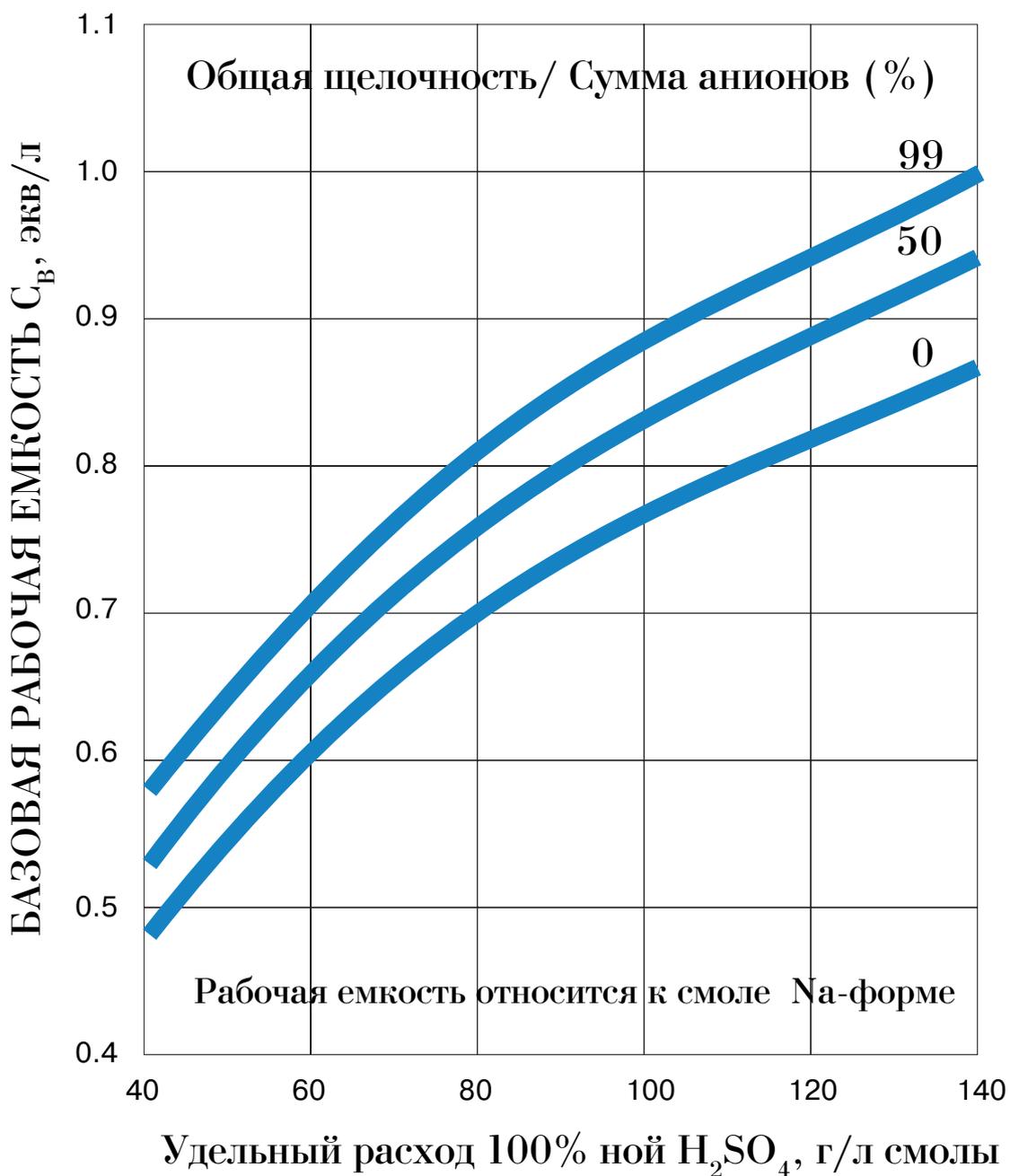
**ПЬЮРОПАК С100, С100Н**  
**ПРОСКОК Na В ФИЛЬТРАТ, L**  
**Регенерация соляной кислотой**



**ПЬЮРОПАК С150, С150Н**  
**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$**   
 Регенерация серной кислотой  
 Для отношения  $Na/Сумма$  катионов = 0-30%



**ПЬЮРОПАК С150, С150Н**  
**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$**   
**Регенерация серной кислотой**  
Для отношения  $Na/Сумма$  катионов = 40-60%

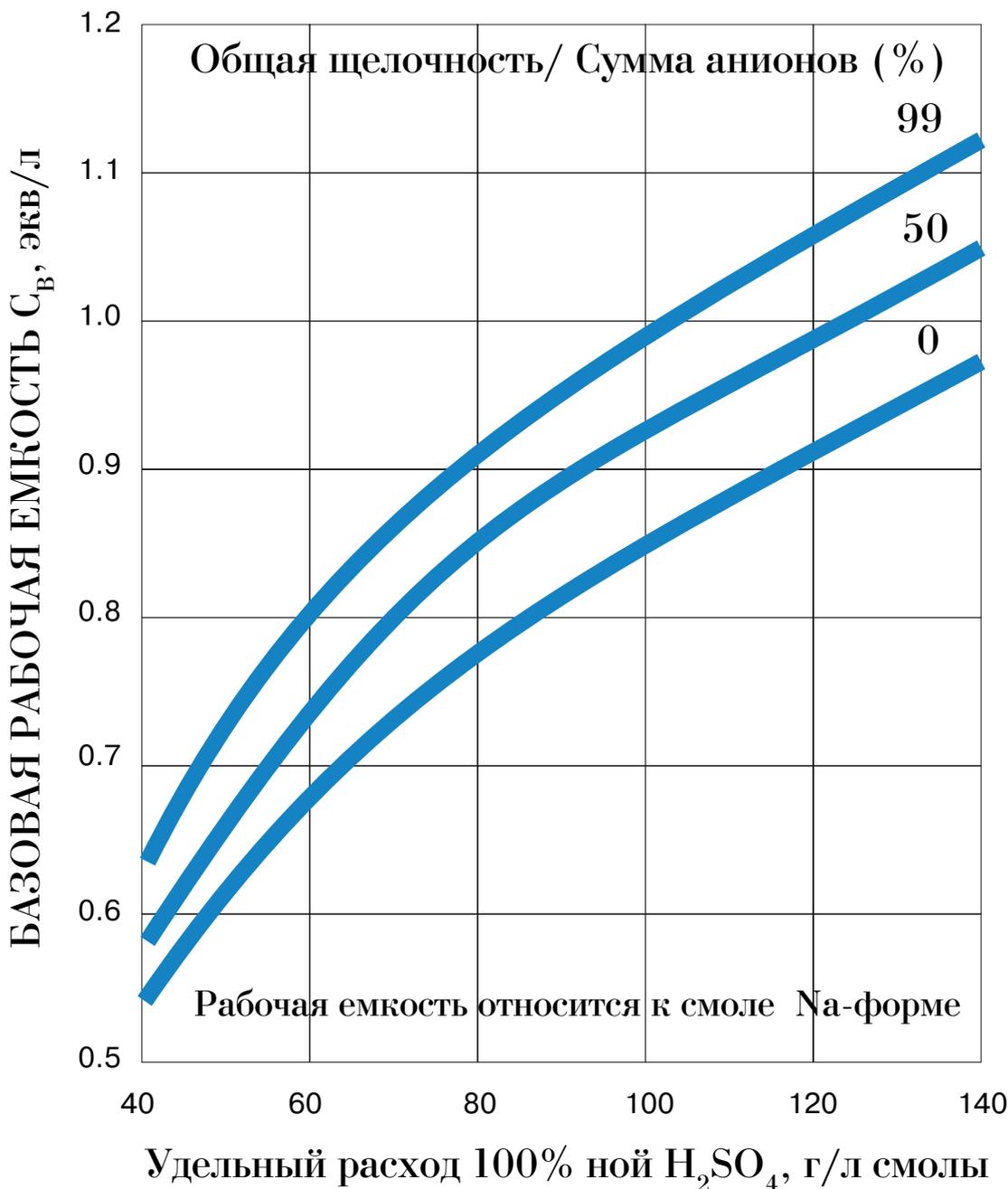


### ПЬЮРОПАК С150, С150Н

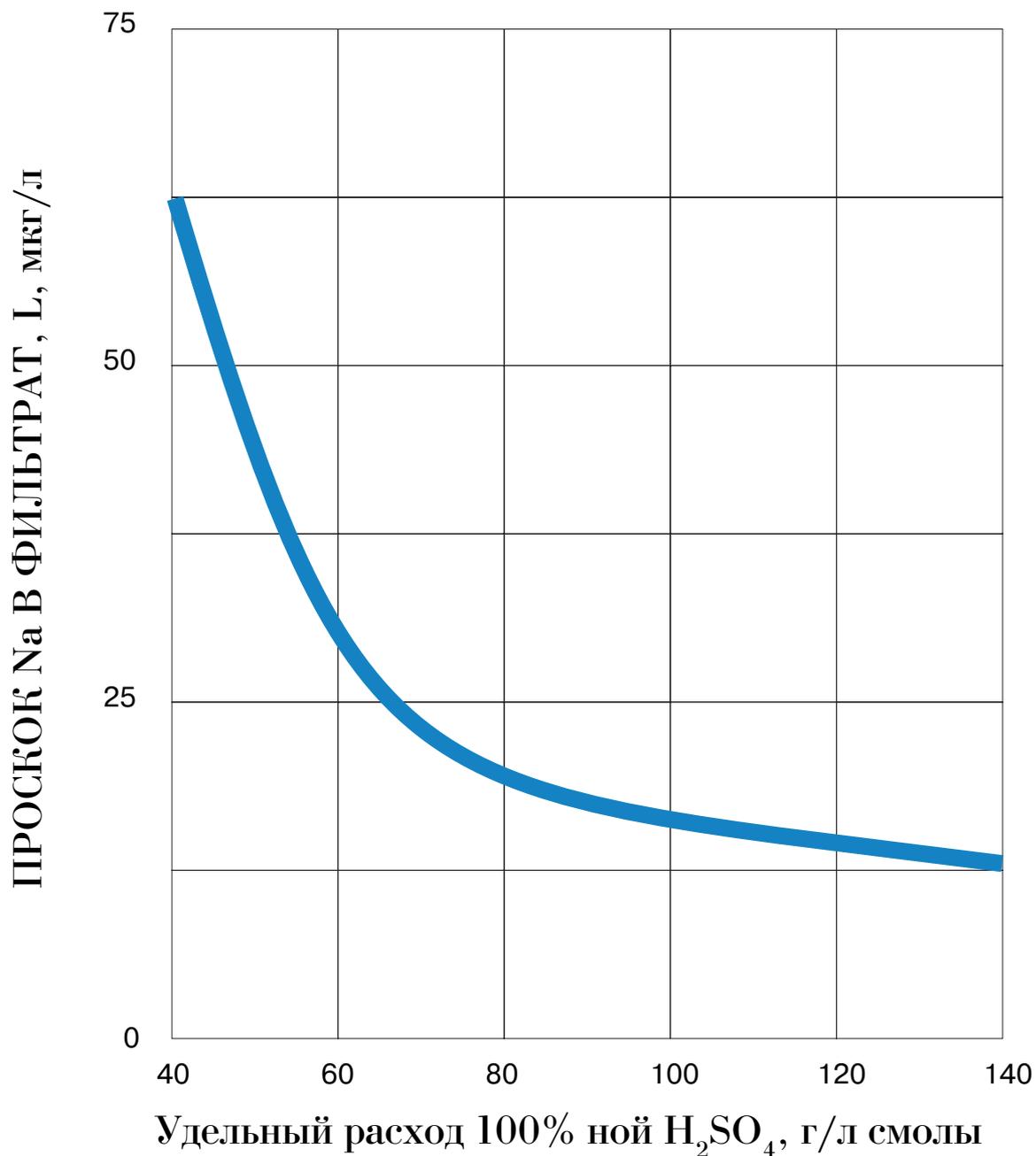
#### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$

Регенерация серной кислотой

Для отношения  $Na/Сумма$  катионов = 75-100%



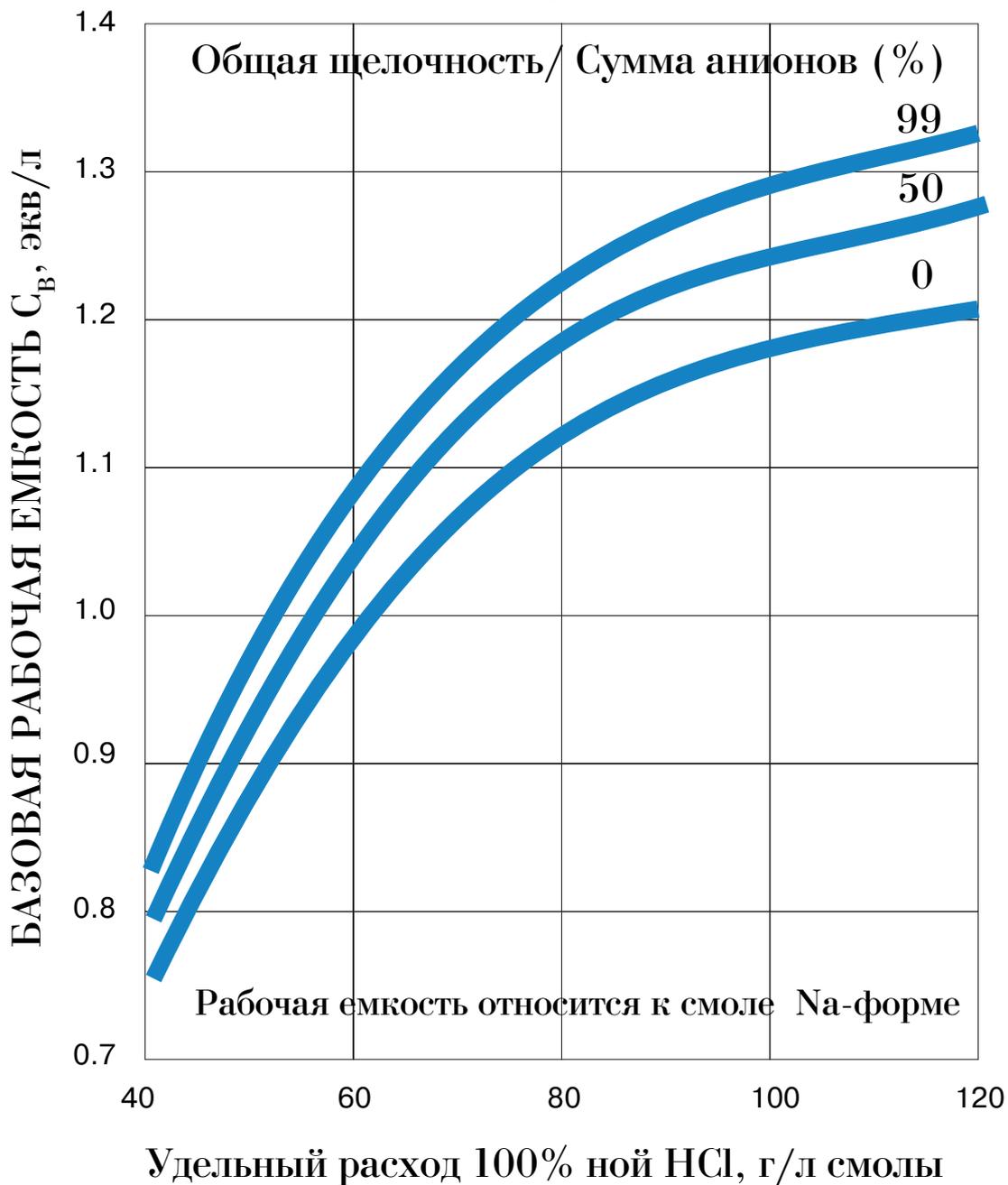
**ПЬЮРОПАК С150, С150Н**  
**ПРОСКОК Na В ФИЛЬТРАТ, L**  
**Регенерация серной кислотой**



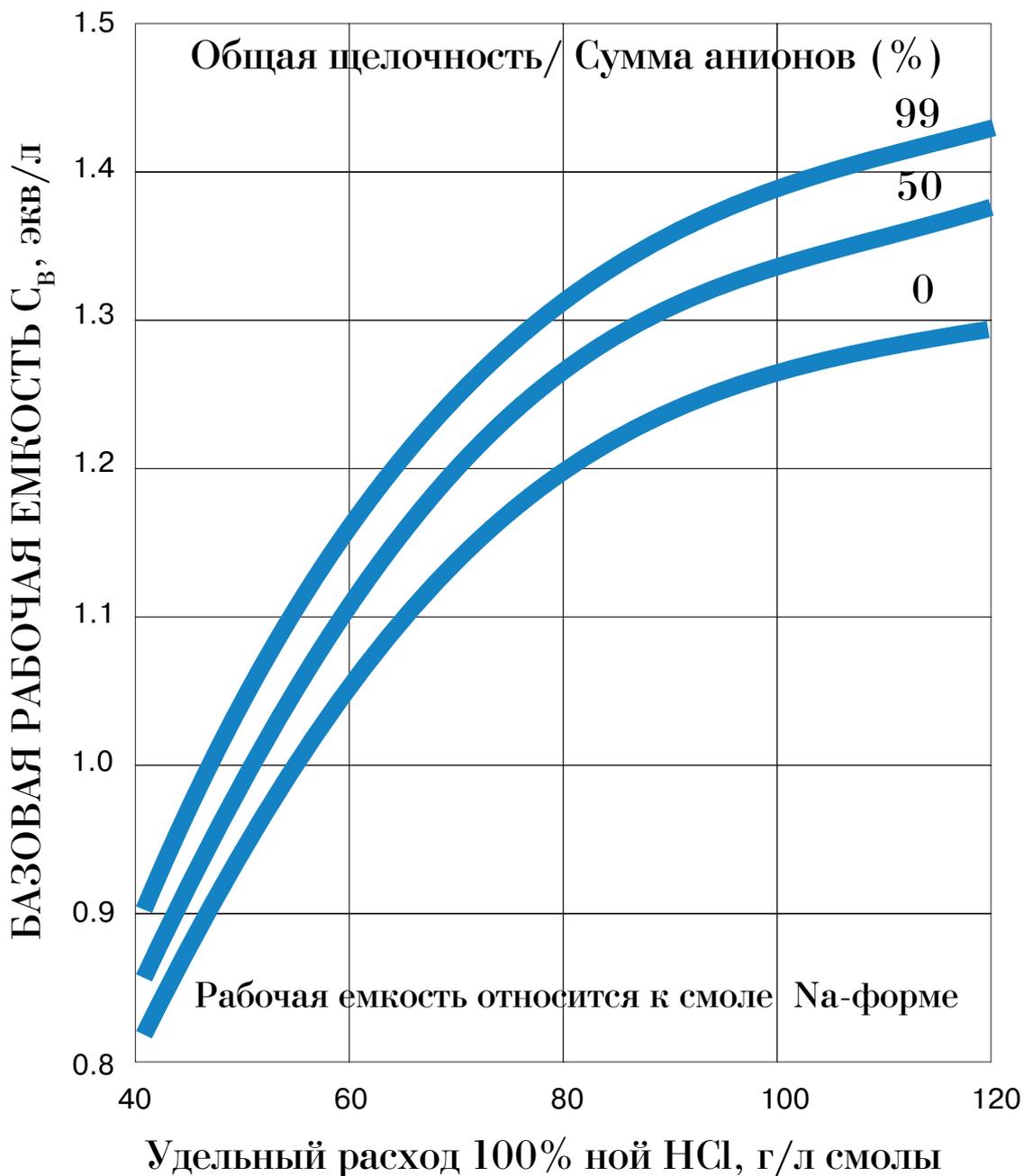
### ПЬЮРОПАК С150, С150Н

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$   
Регенерация соляной кислотой

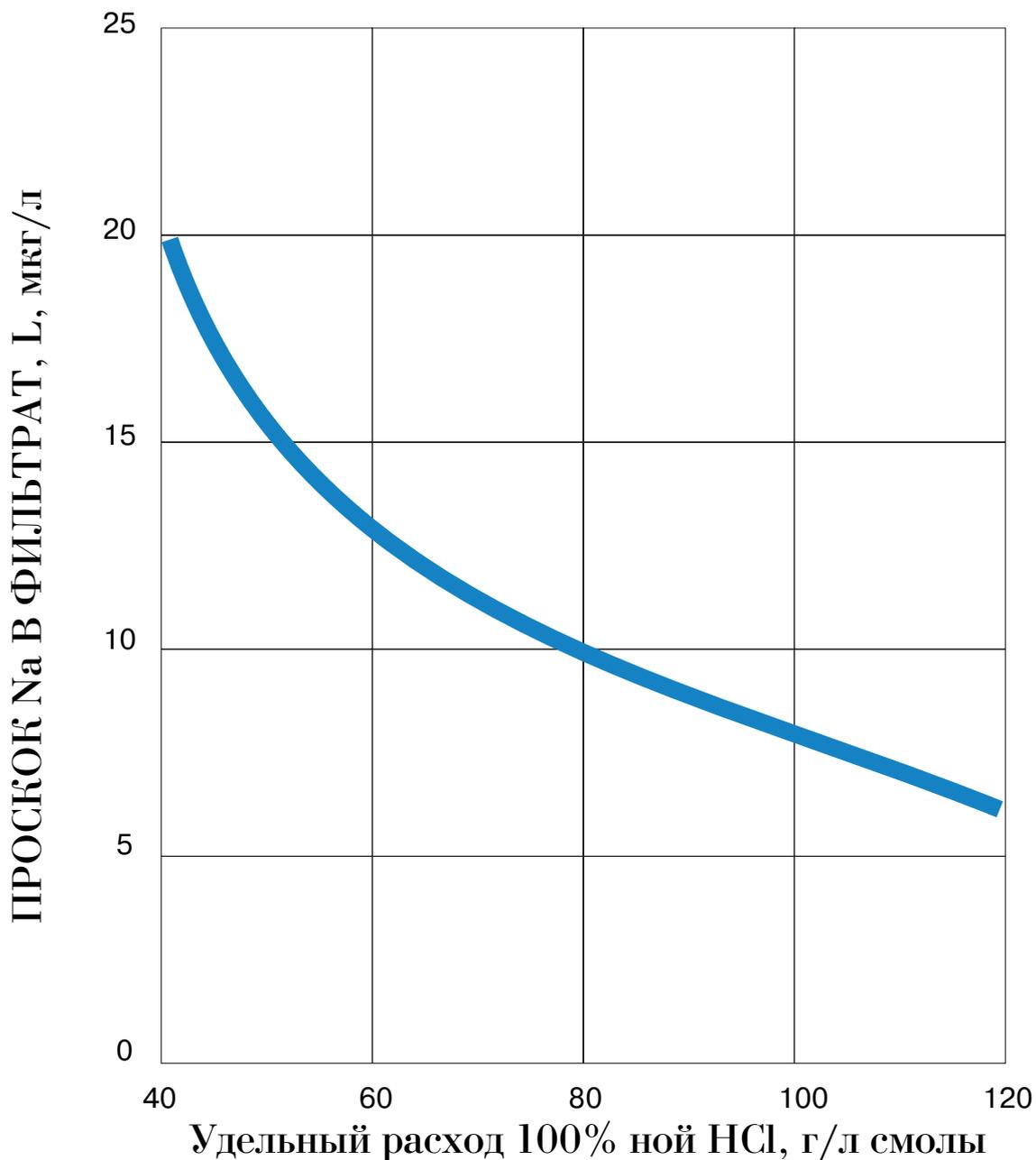
Для отношения  $Na/Сумма$  катионов = 0-50%



**ПЬЮРОПАК С150, С150Н**  
**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$**   
**Регенерация соляной кислотой**  
Для отношения  $Na/Сумма$  катионов = 75-100%

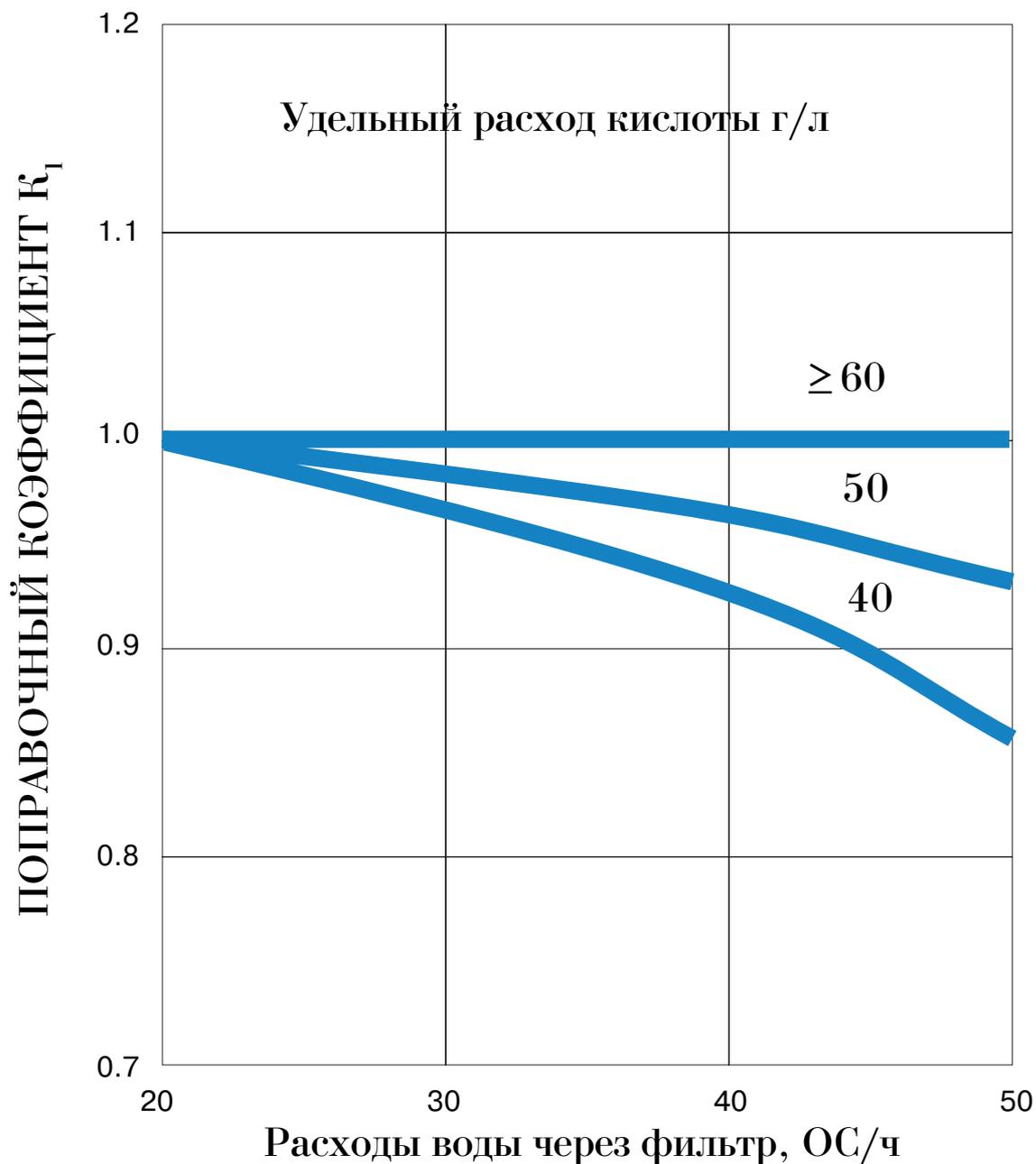


**ПЬЮРОПАК С150, С150Н**  
**ПРОСКОК Na В ФИЛЬТРАТ, L**  
**Регенерация соляной кислотой**



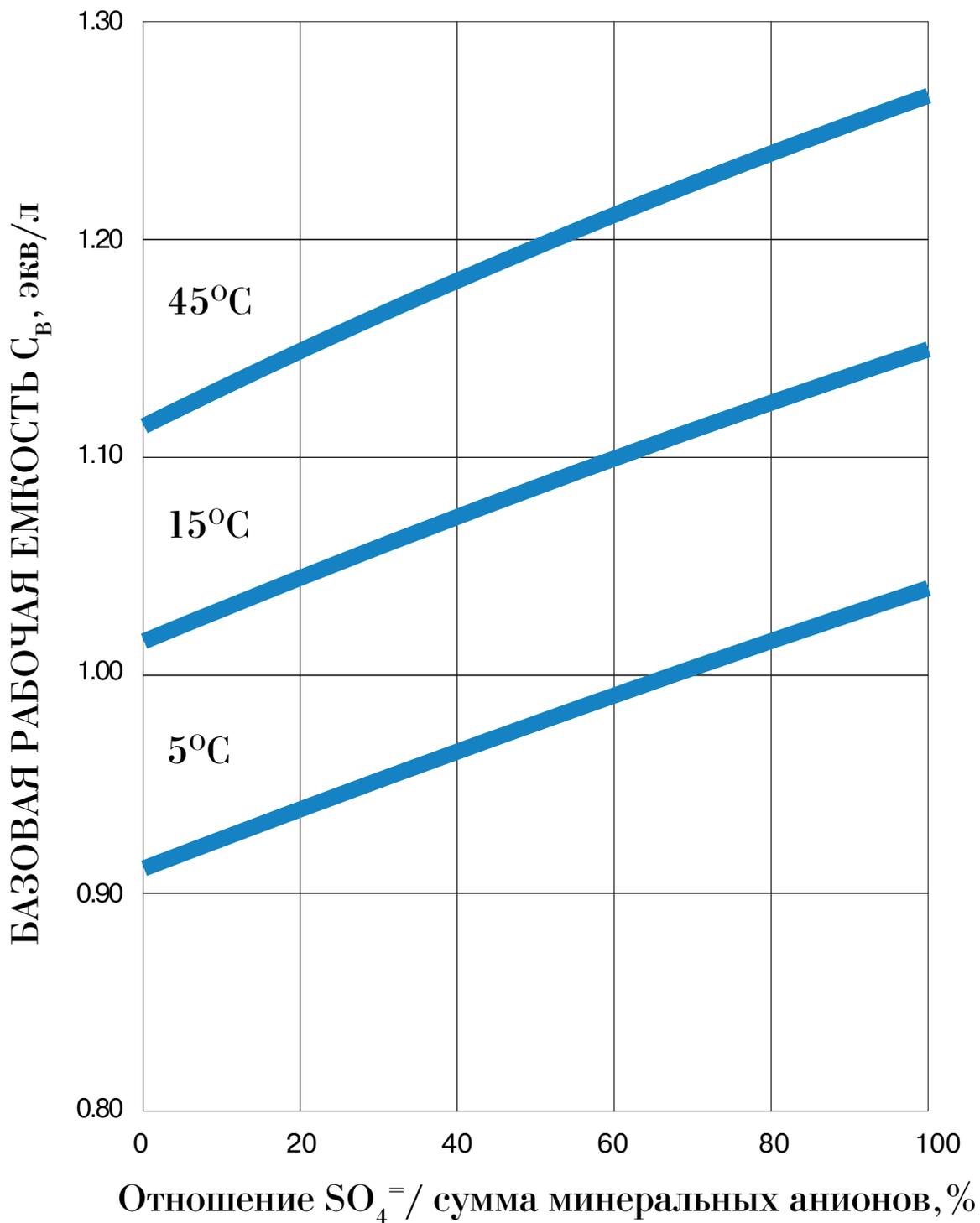
## ПЬЮРОПАК С100, С100Н, С150, С150Н

ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_1$  для БАЗОВОЙ  
РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ по ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И  
УДЕЛЬНЫМ РАСХОДАМ РЕГЕНЕРАНТОВ  
Регенерация серной и соляной кислотой



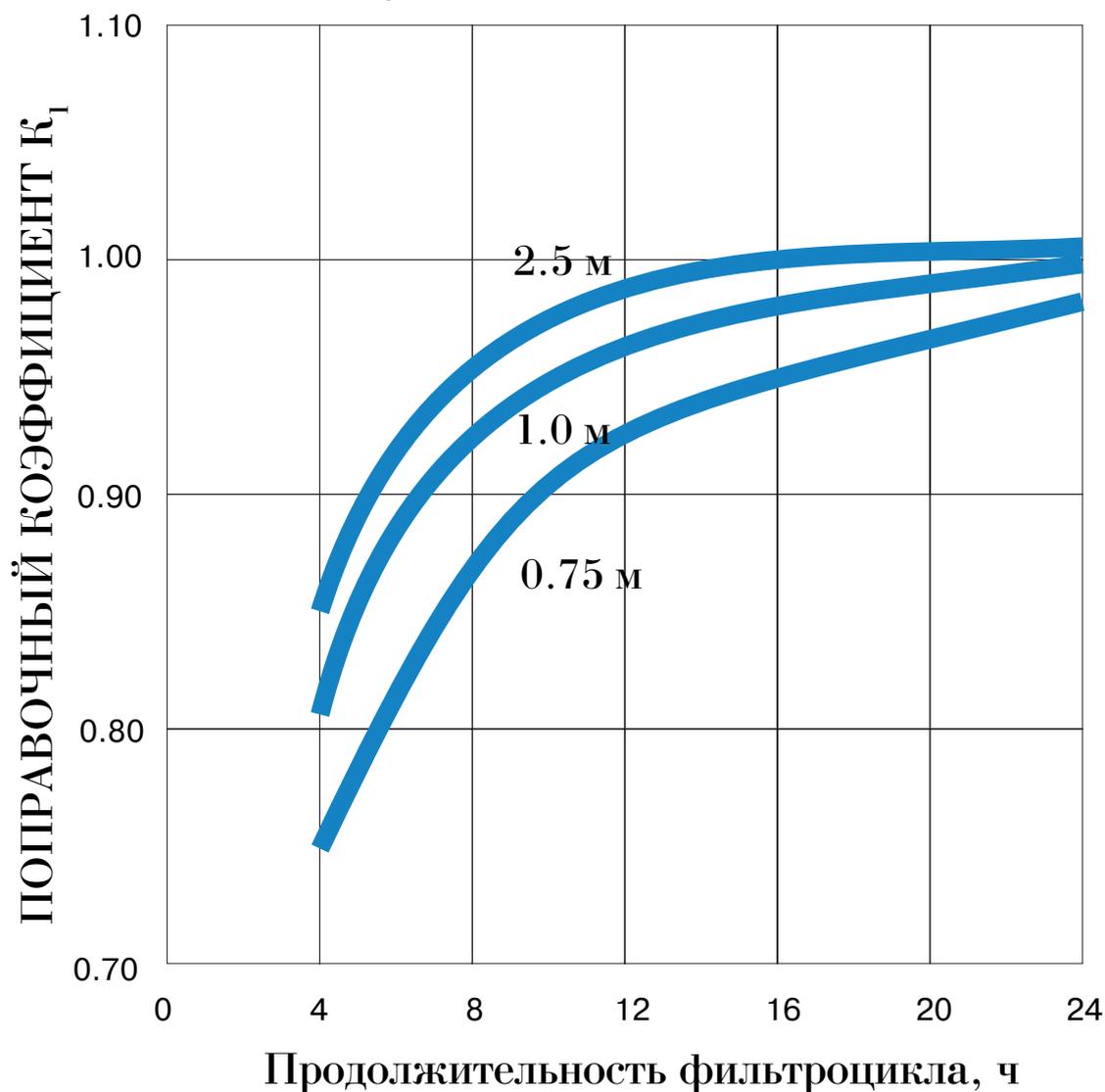
## ПЬЮРОПАК А100

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$   
Для отношения  $SO_4^{=}$  / сумма минеральных  
анионов



## ПЬЮРОПАК А100

### ПОПРАВочный коэффициент $K_1$ для базовой рабочей емкости по продолжительности фильтроцикла и глубине слоя смолы



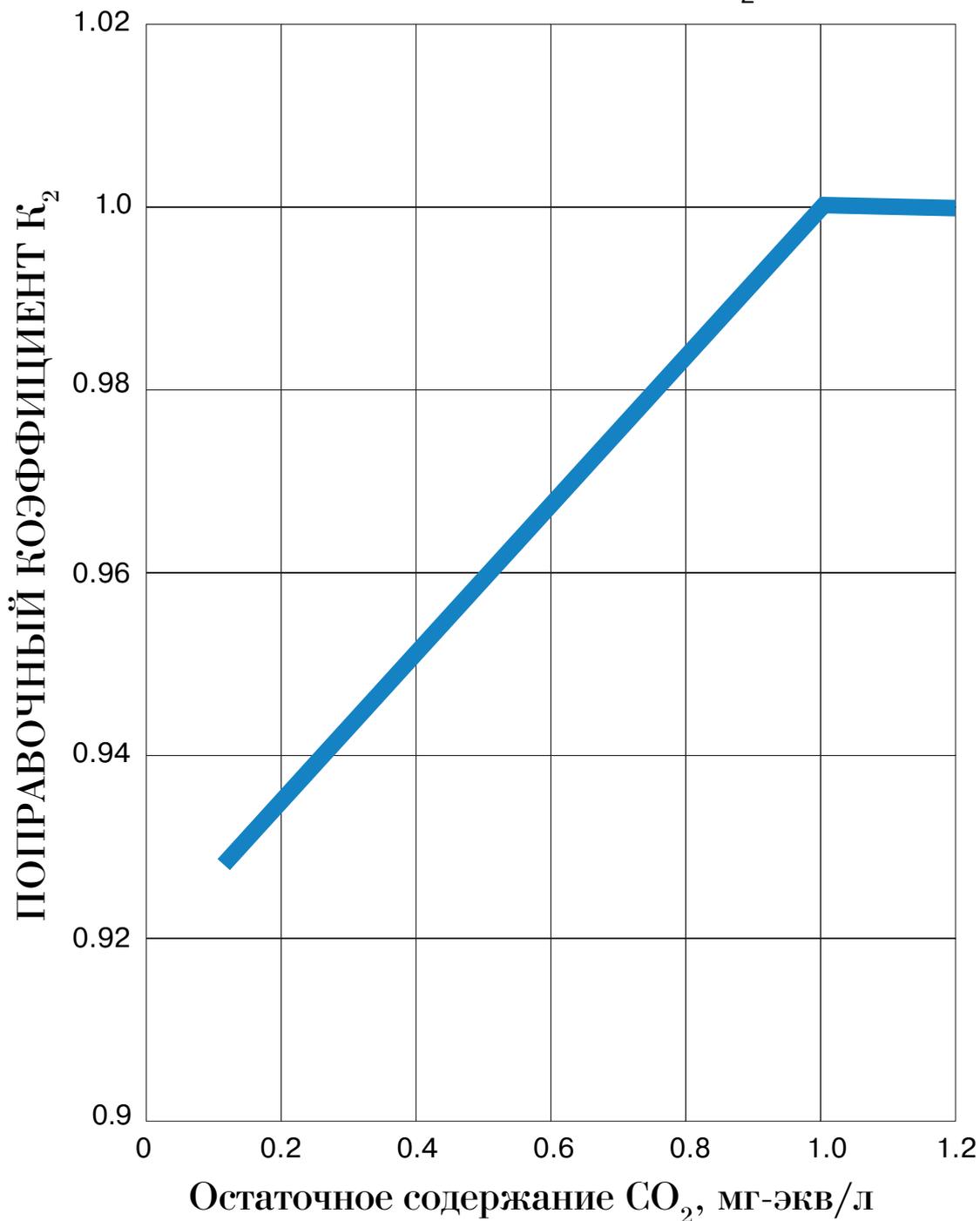
Примечания:

Глубина слоя измеряется для смолы в форме поставки (свободное основание)

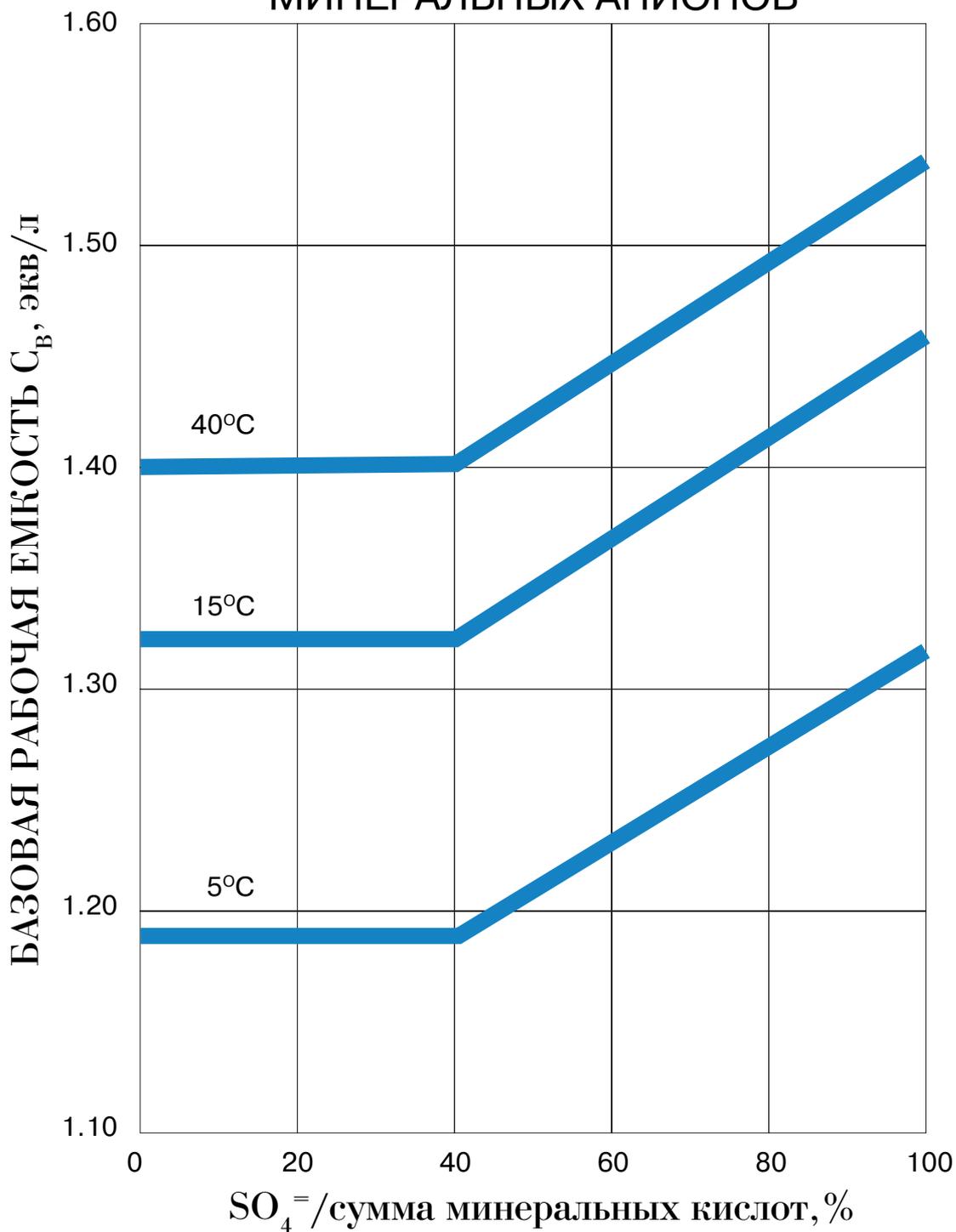
Глубина слоя < 0,72 м не рекомендуется

Глубина слоя > 2,5 м не дает дальнейших улучшений характеристик

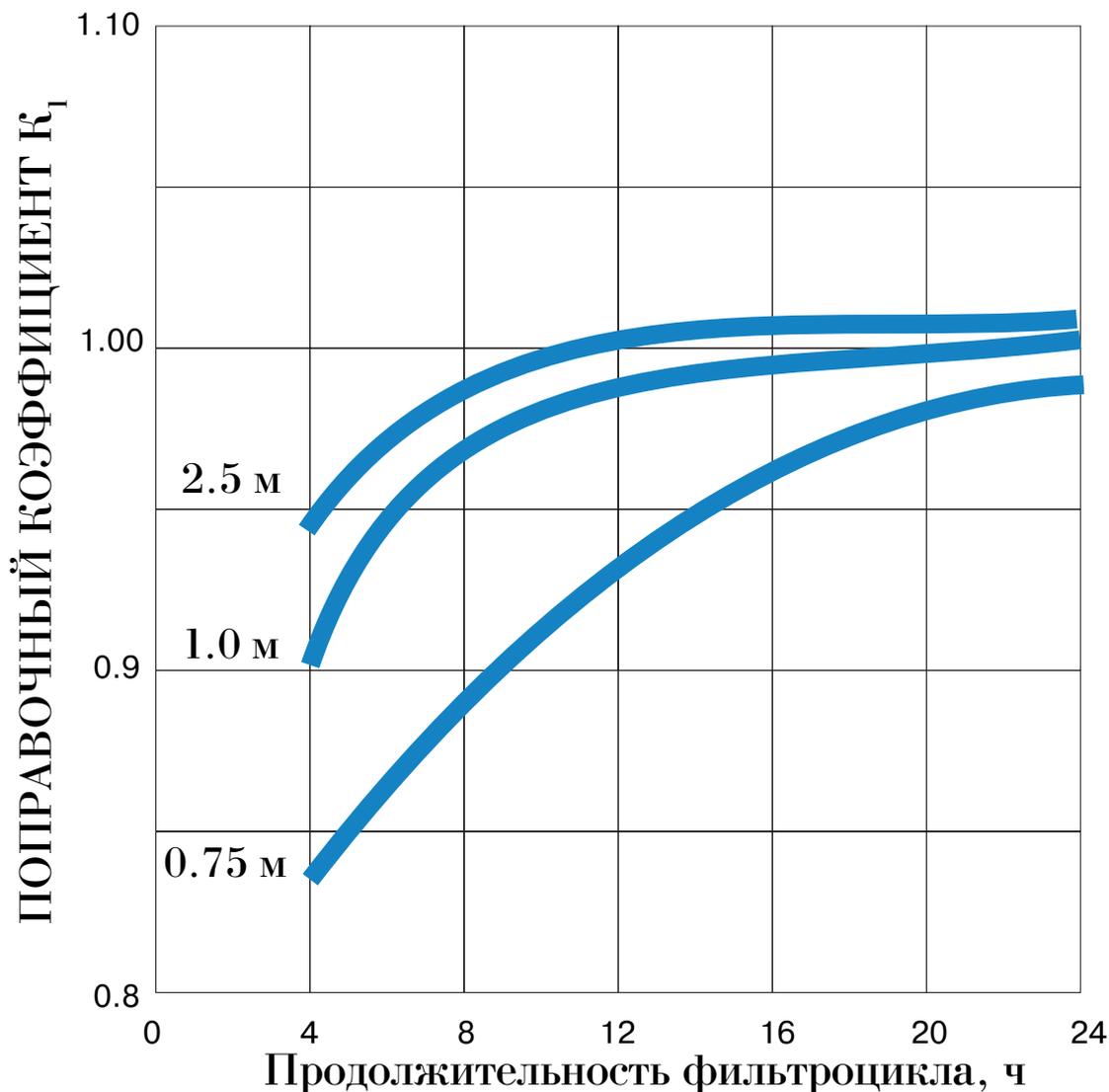
**ПЬЮРОПАК А100**  
ПОПРАВочный коэффициент  $K_2$  для базовой  
РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ ПО ОСТАТОЧНОМУ  
СОДЕРЖАНИЮ  $CO_2$



**ПЬЮРОПАК А847**  
**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ  $C_B$**   
**ДЛЯ ОТНОШЕНИЯ:  $SO_4^{=}$ /СУММА**  
**МИНЕРАЛЬНЫХ АНИОНОВ**



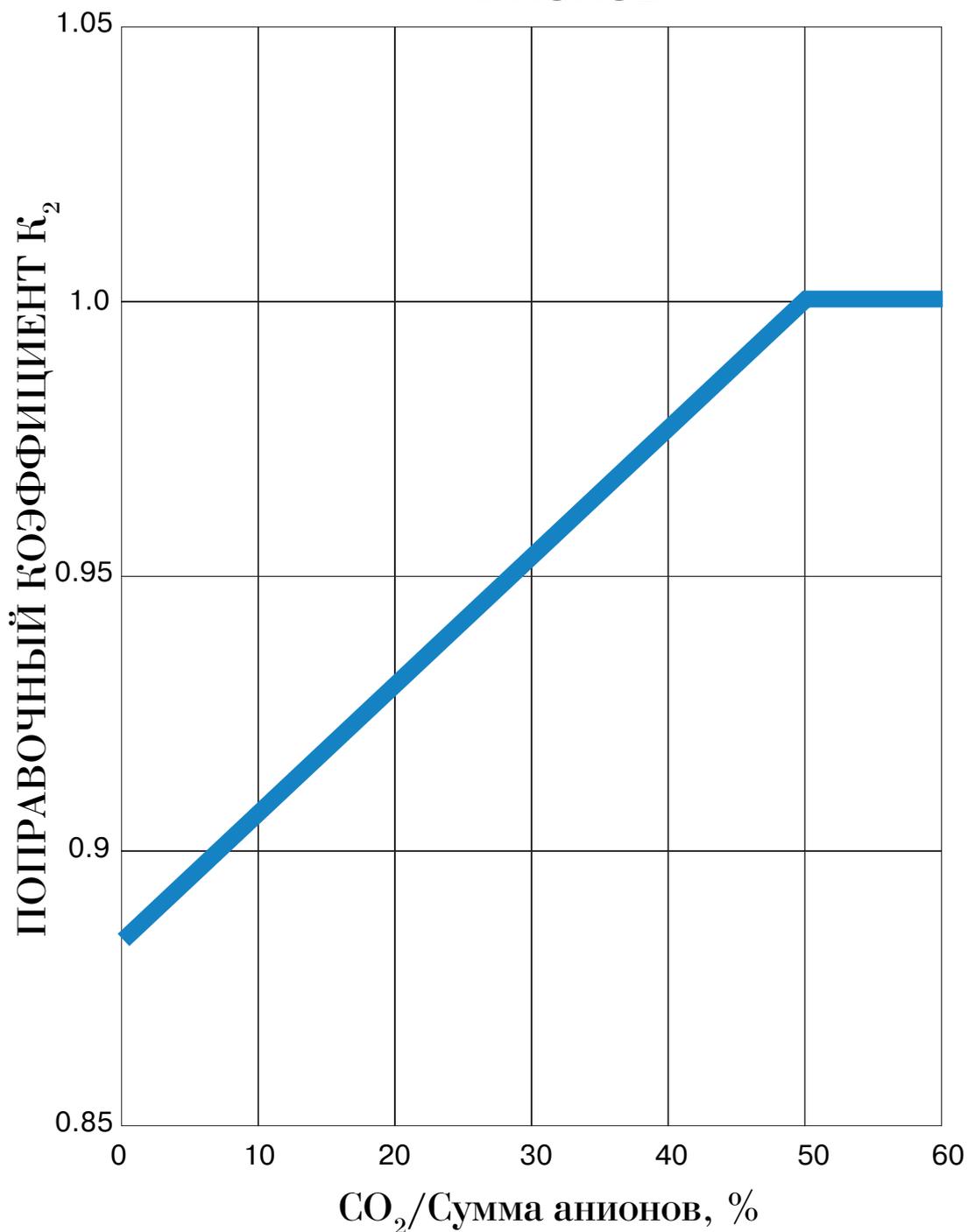
**ПЬЮРОПАК А847**  
ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по продолжительности  
фильтроцикла и глубине слоя смолы



Примечания:

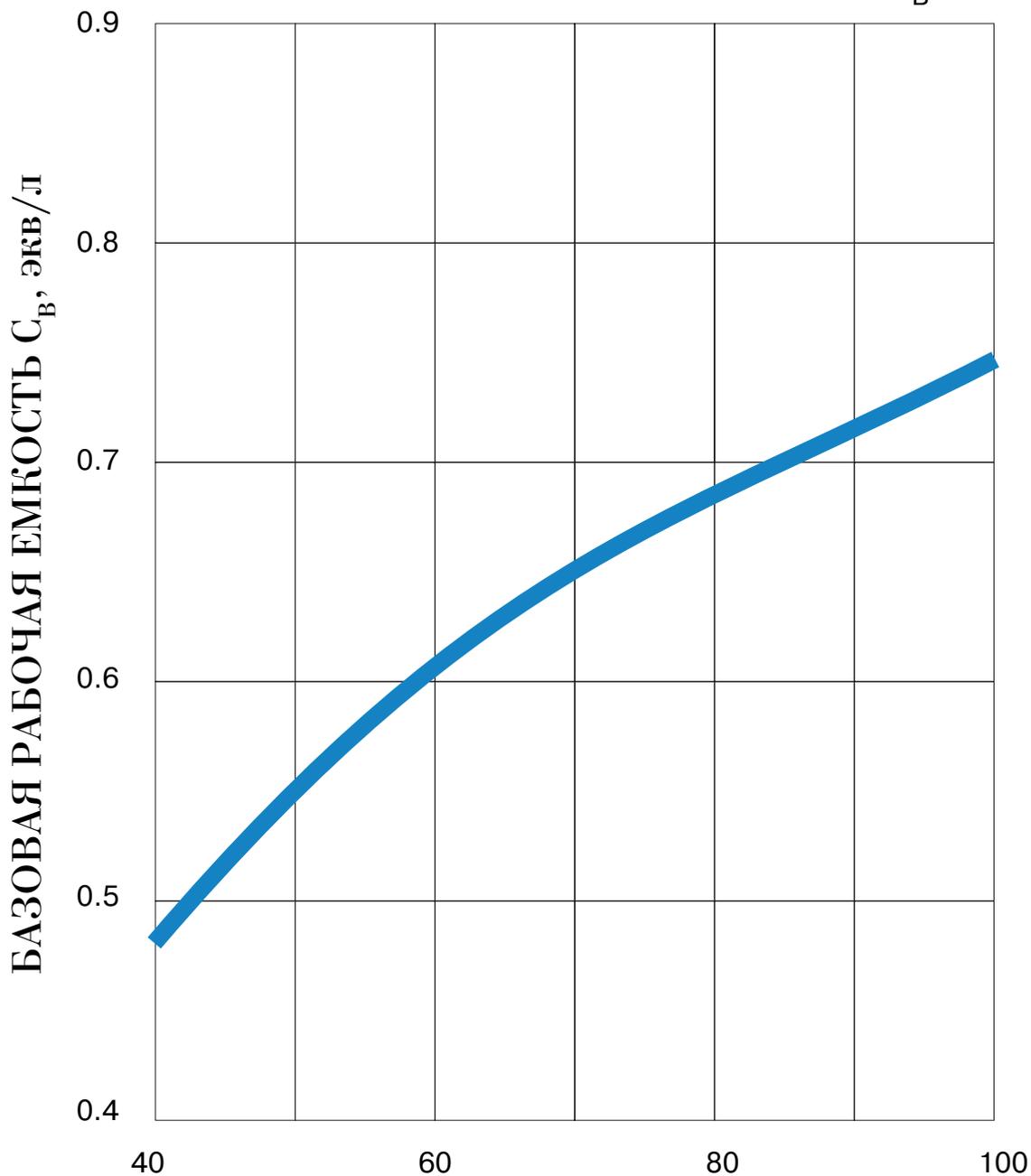
- Глубина слоя измеряется для смолы в форме поставки (свободное основание)
- Глубина слоя < 0,72 м не рекомендуется
- Глубина слоя > 2,5 м не дает дальнейших улучшений характеристик

**ПЬЮРОПАК А847**  
ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_2$  ДЛЯ БАЗОВОЙ  
РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ:  $CO_2$ / СУММА  
АНИОНОВ



## ПЬЮРОПАК А400

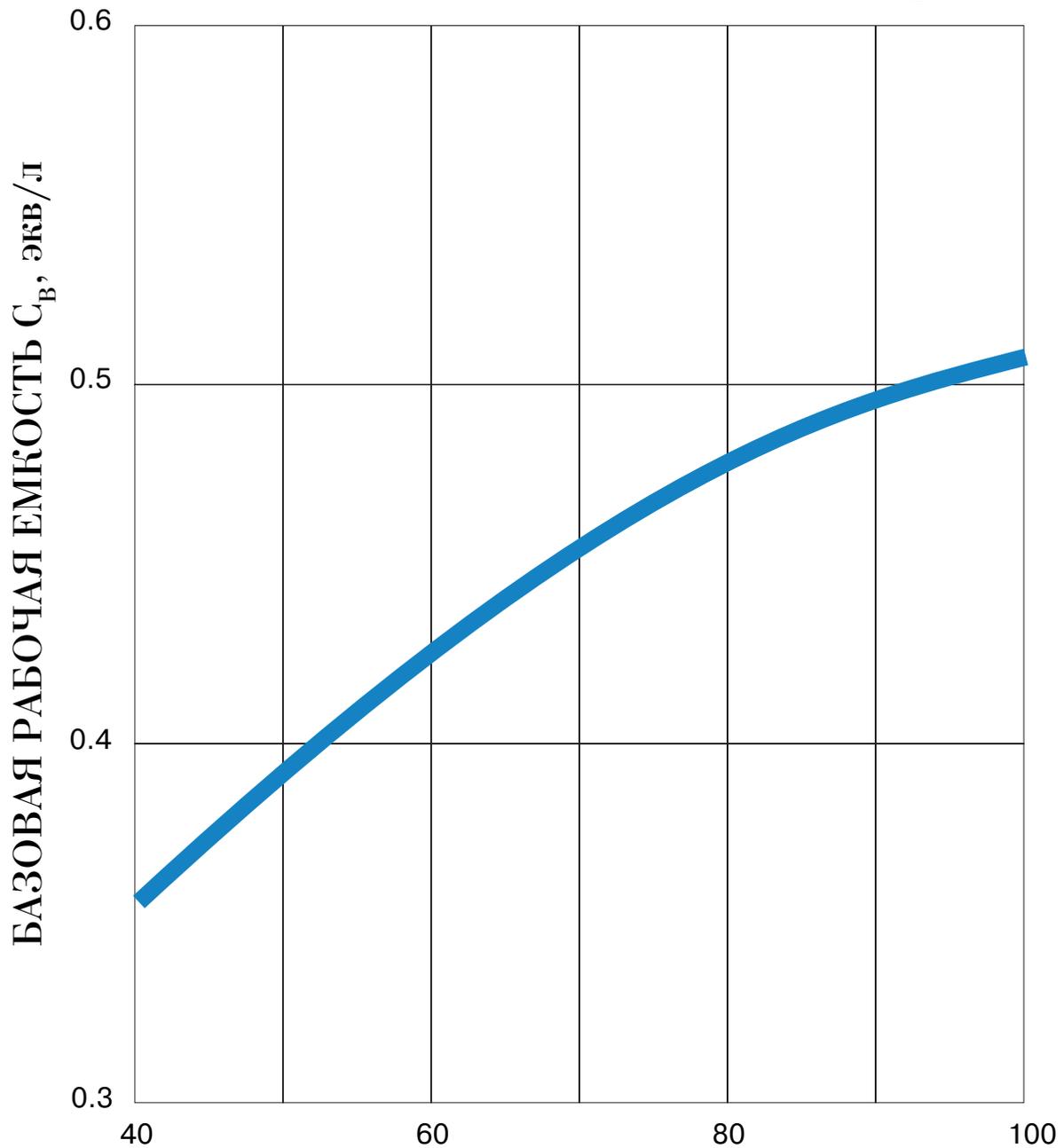
### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$



Удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию, г/л смолы

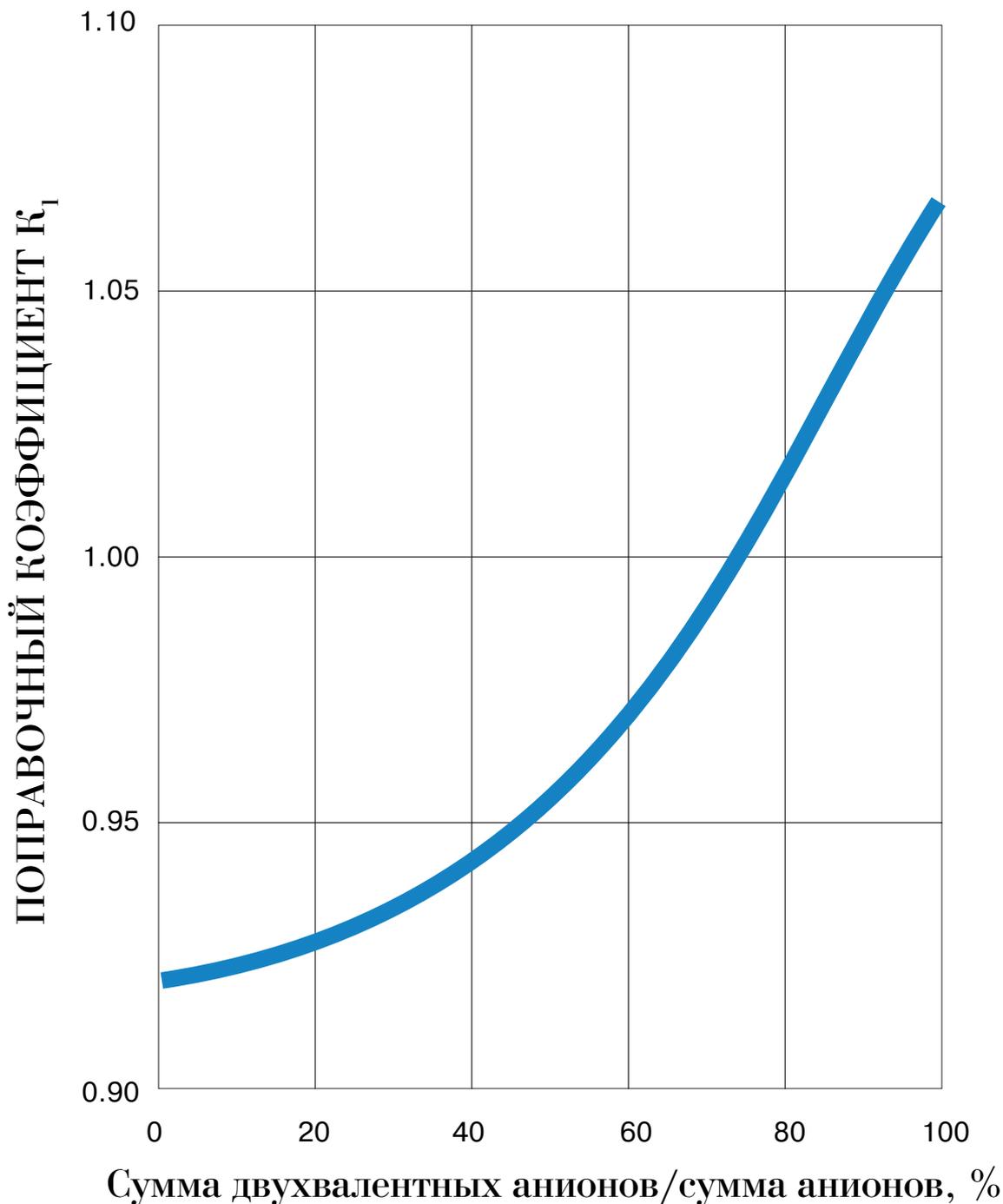
## ПЬУРОПАК А400

### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$

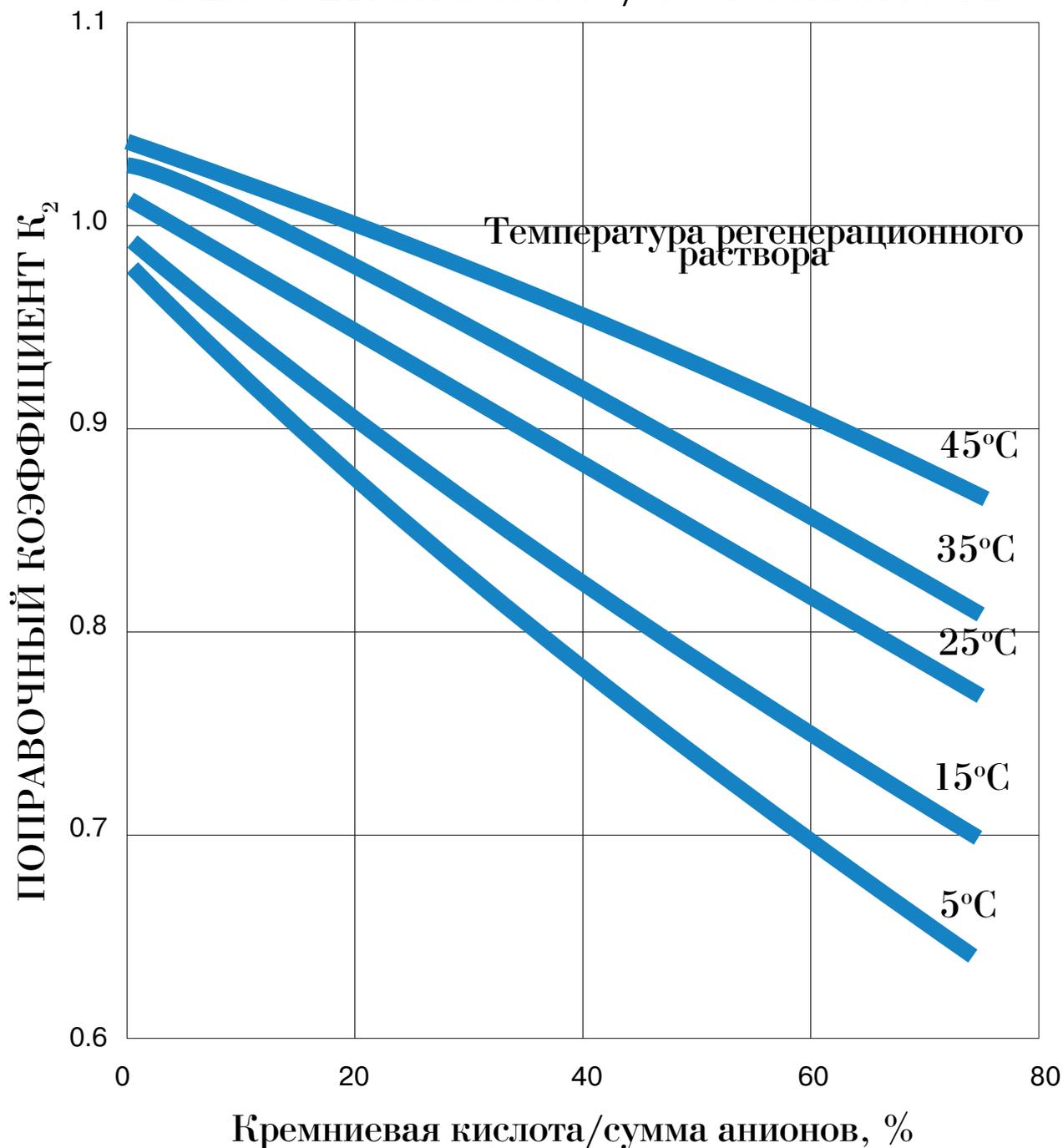


Удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию, г/л смолы

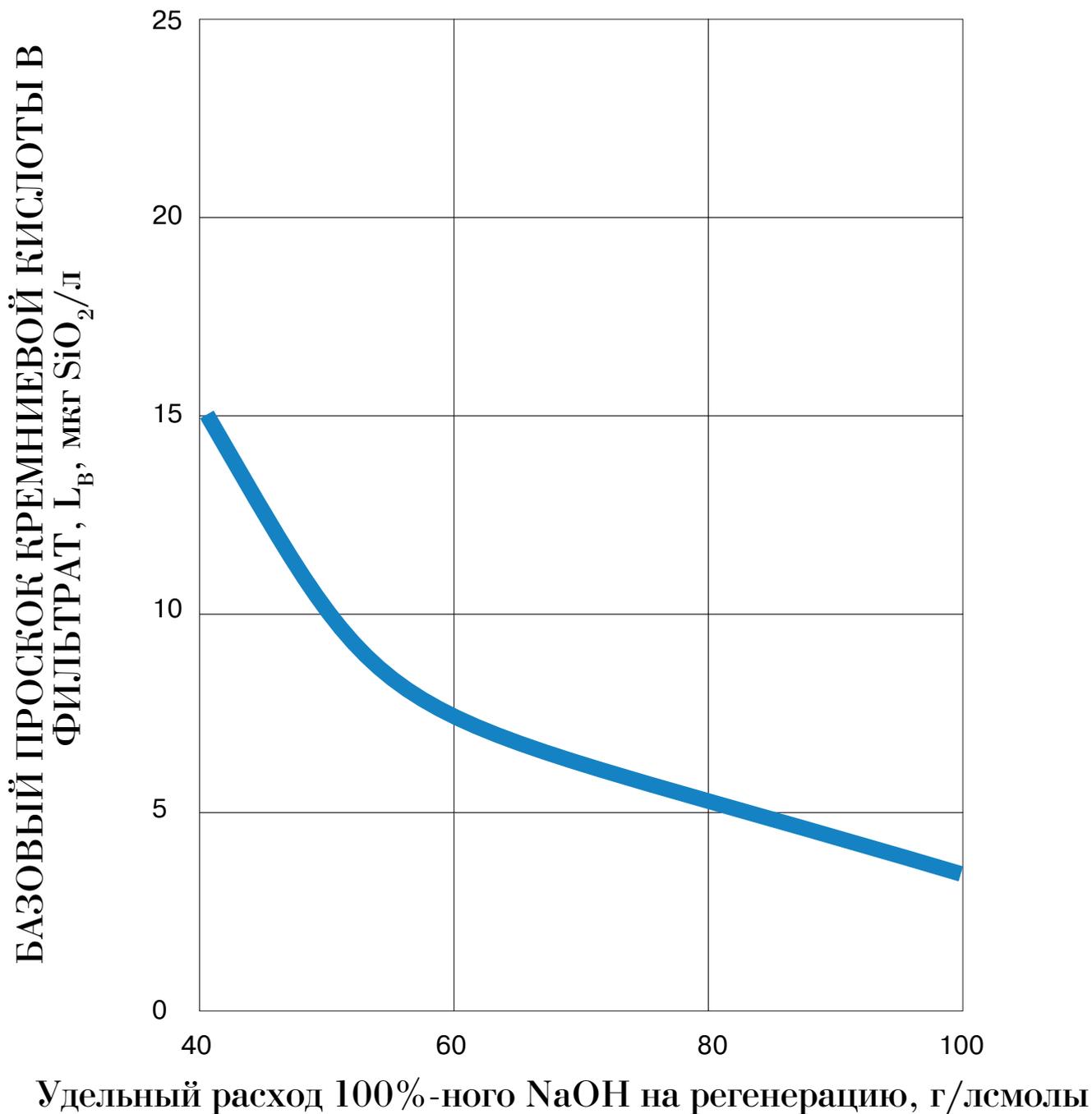
**ПЬЮРОПАК А400, А500**  
ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по отношению: Сумма  
двухвалентных анионов / Сумма анионов



**ПЬЮРОПАК А400, А500**  
ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_2$  ДЛЯ БАЗОВОЙ  
РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ:  
КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА/ СУММА АНИОНОВ



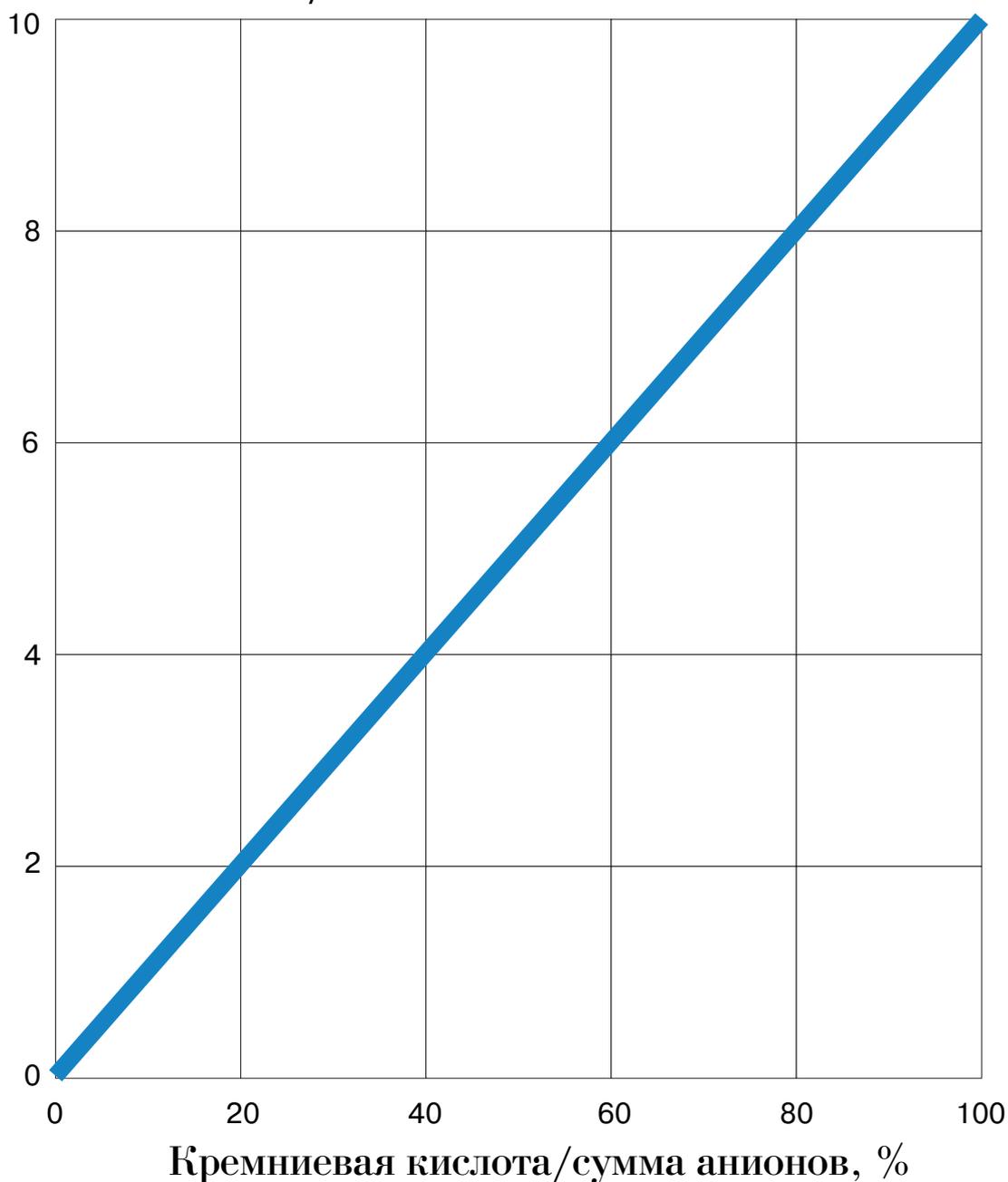
**ПЬЮРОПАК А400, А500**  
**БАЗОВЫЙ ПРОСКОК КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В**  
**ФИЛЬТРАТ,  $L_B$**



### ПЬЮРОПАК А400, А500

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ  $K_3$  К БАЗОВОМУ  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ  
ПО ОТНОШЕНИЮ: КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА  
/СУММА АНИОНОВ

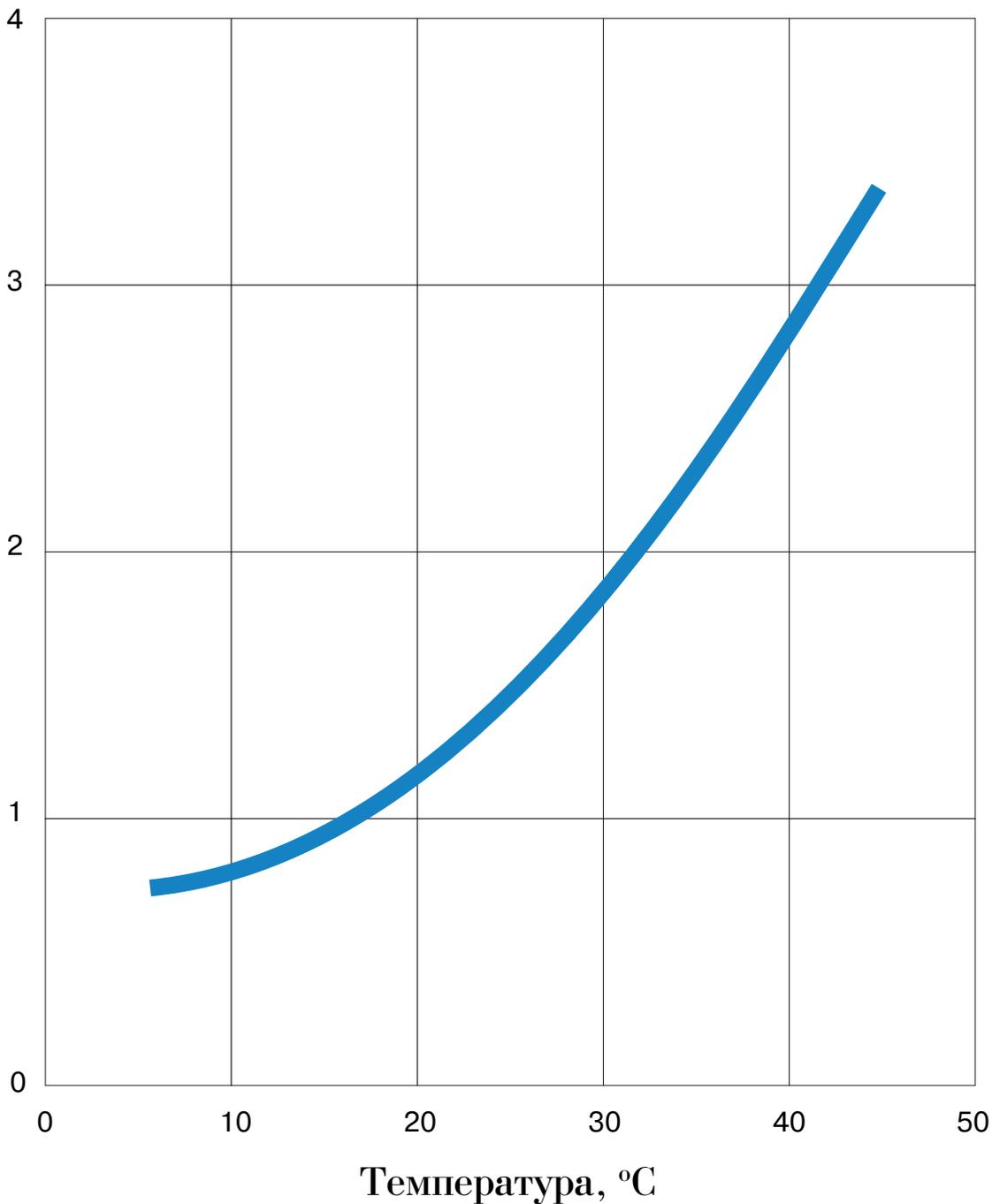
ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ  $K_3$  К БАЗОВОМУ ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ



### ПЬЮРОПАК А400, А500

ПОПРАВочный коэффициент  $K_4$  к базовому  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ  
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ИСХОДНОЙ ВОДЫ

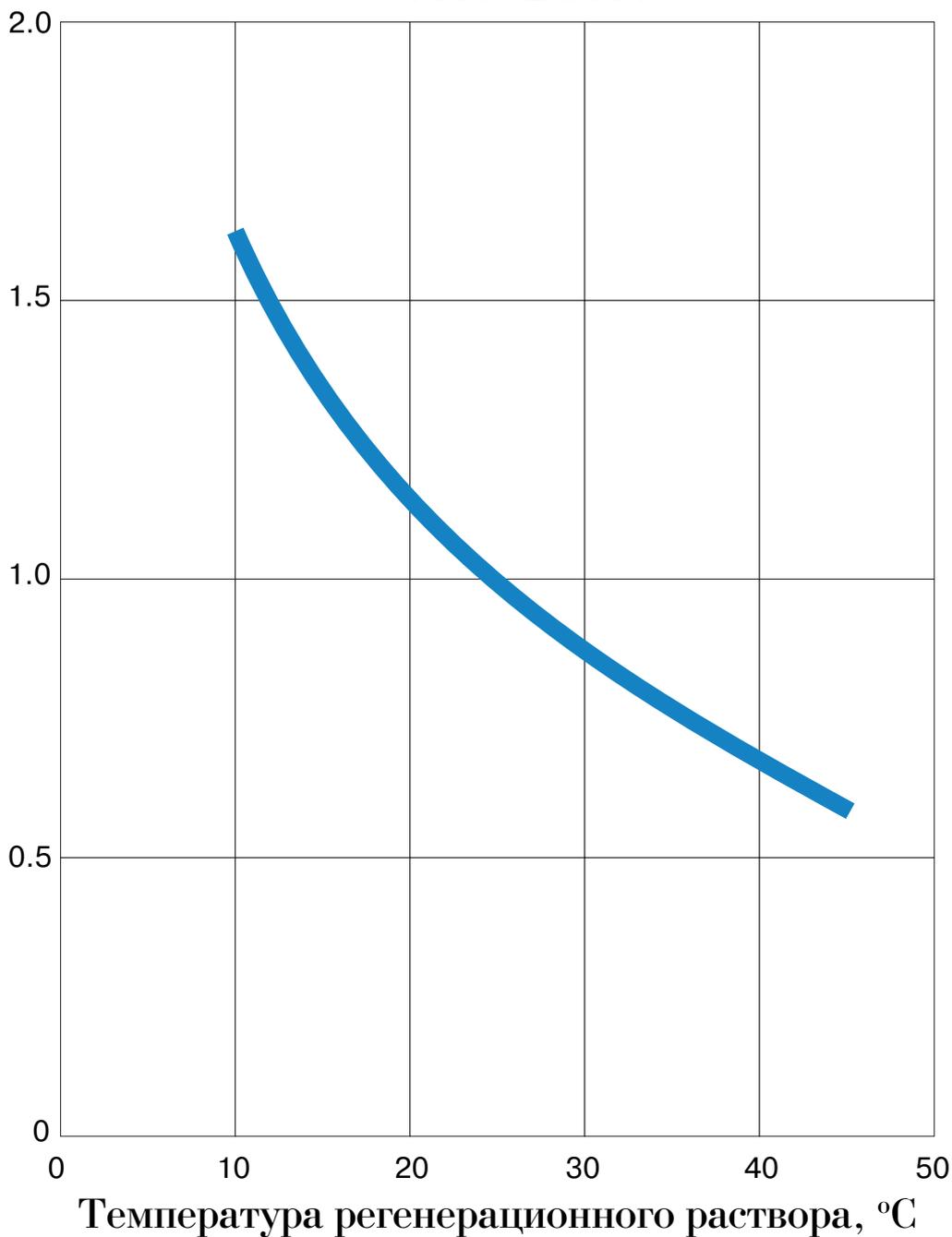
ПОПРАВочный коэффициент  $K_4$  к базовому ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ



## ПЬЮРОПАК А400, А500

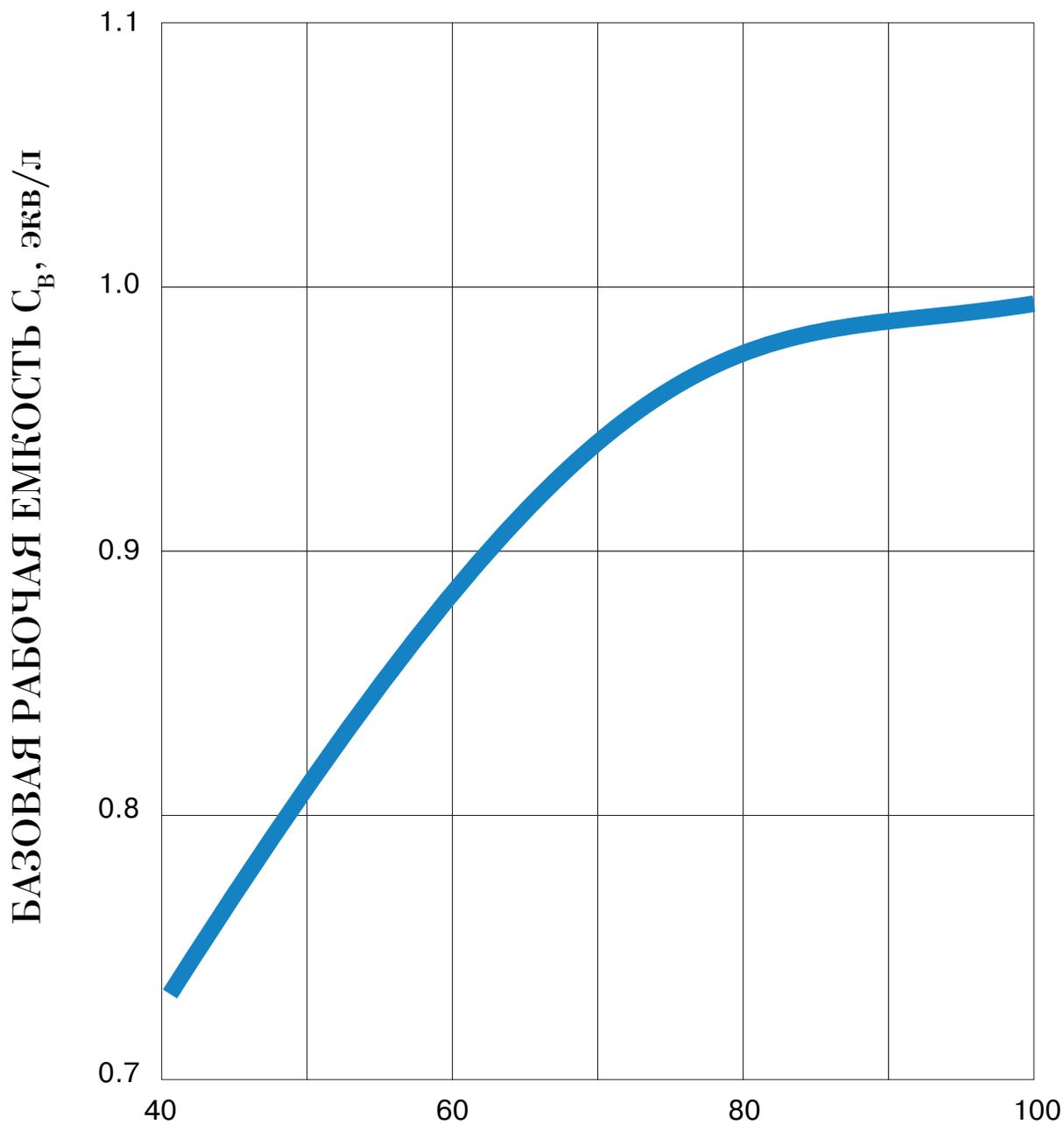
ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_5$  К БАЗОВОМУ  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ  
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ РЕГЕНЕРАЦИОННОГО  
РАСТВОРА

ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_5$  К БАЗОВОМУ ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ



## ПЬЮРОПАК А200

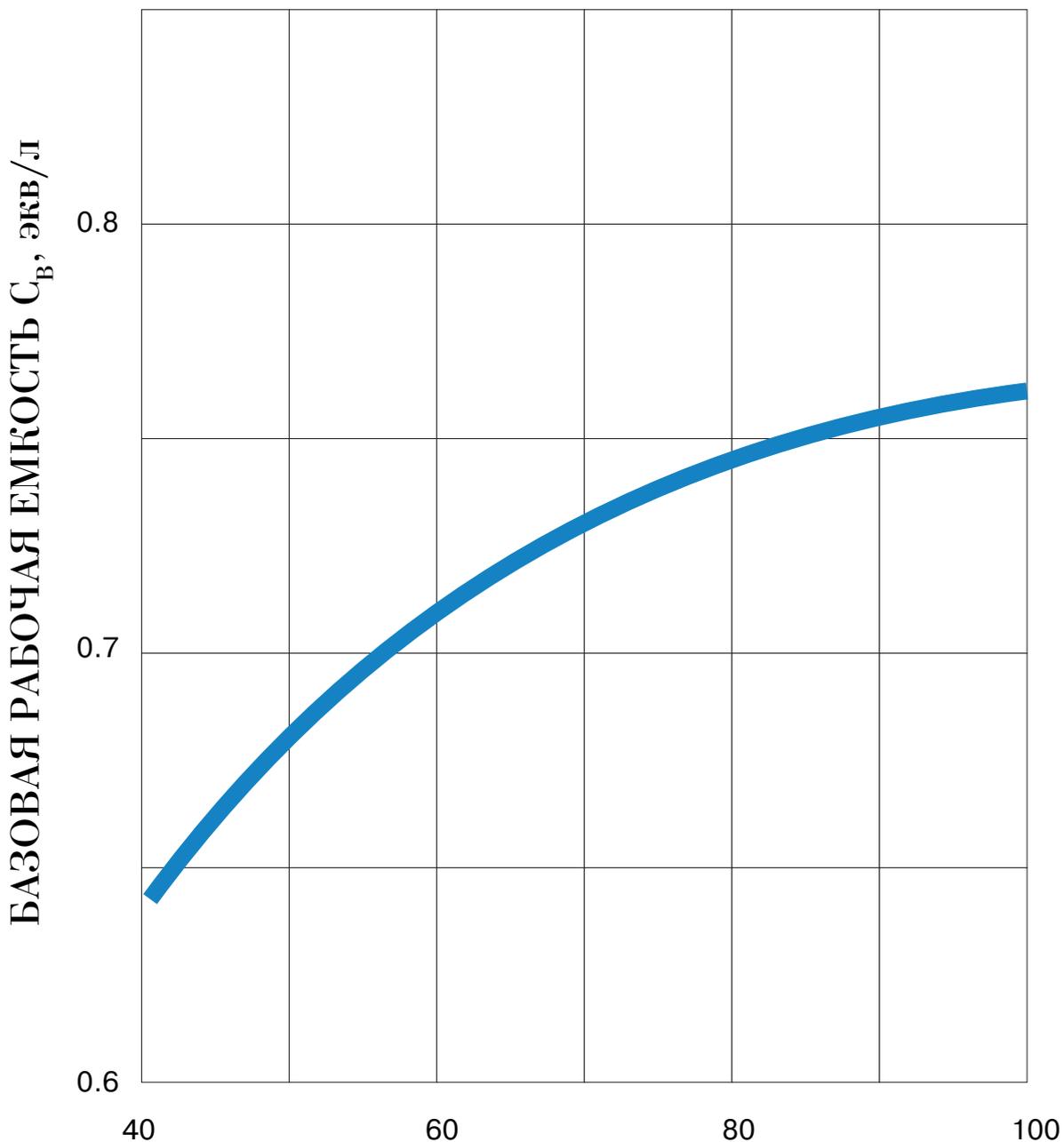
### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$



Удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию, г/л смолы

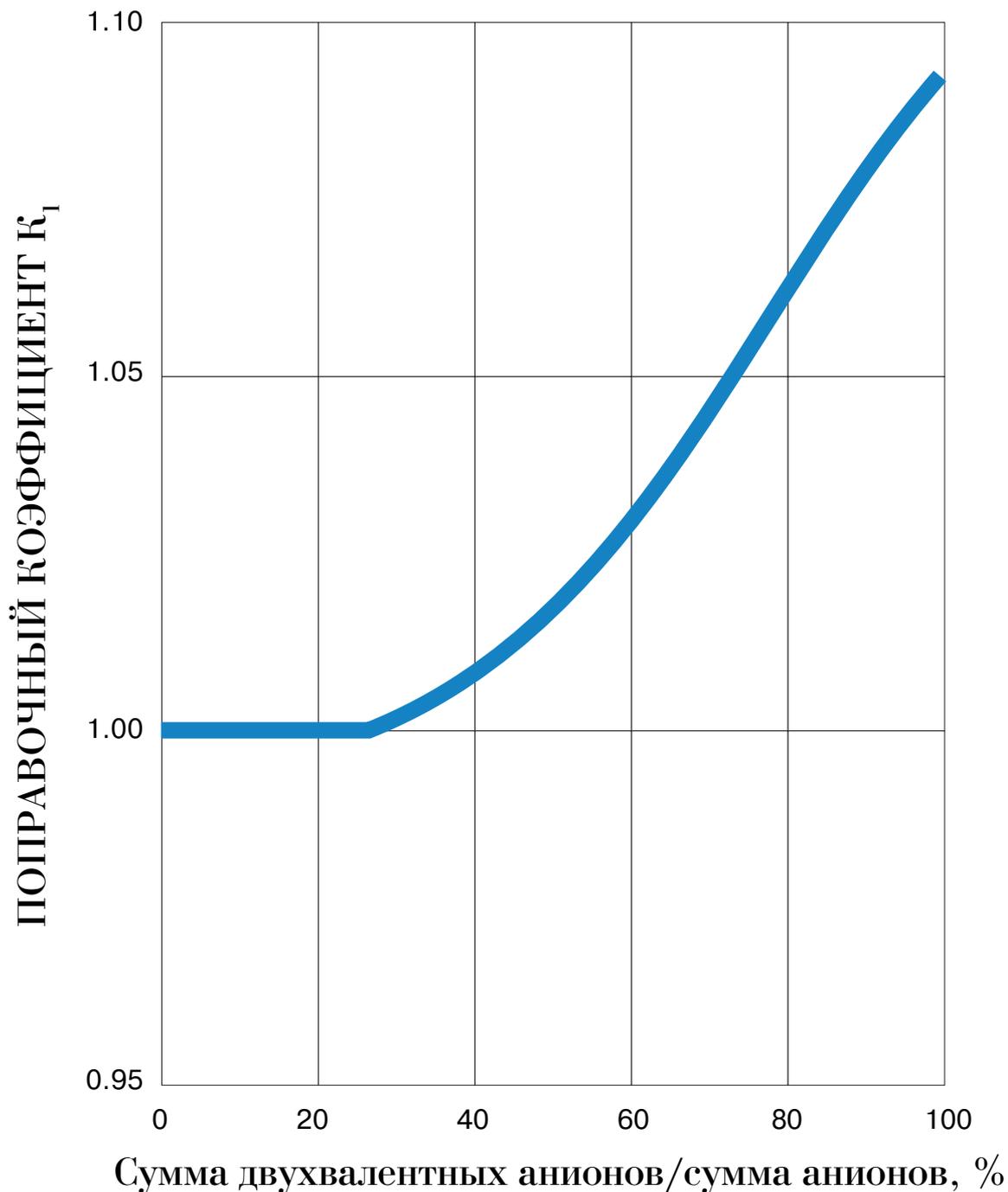
## ПЬЮРОПАК А510

### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$



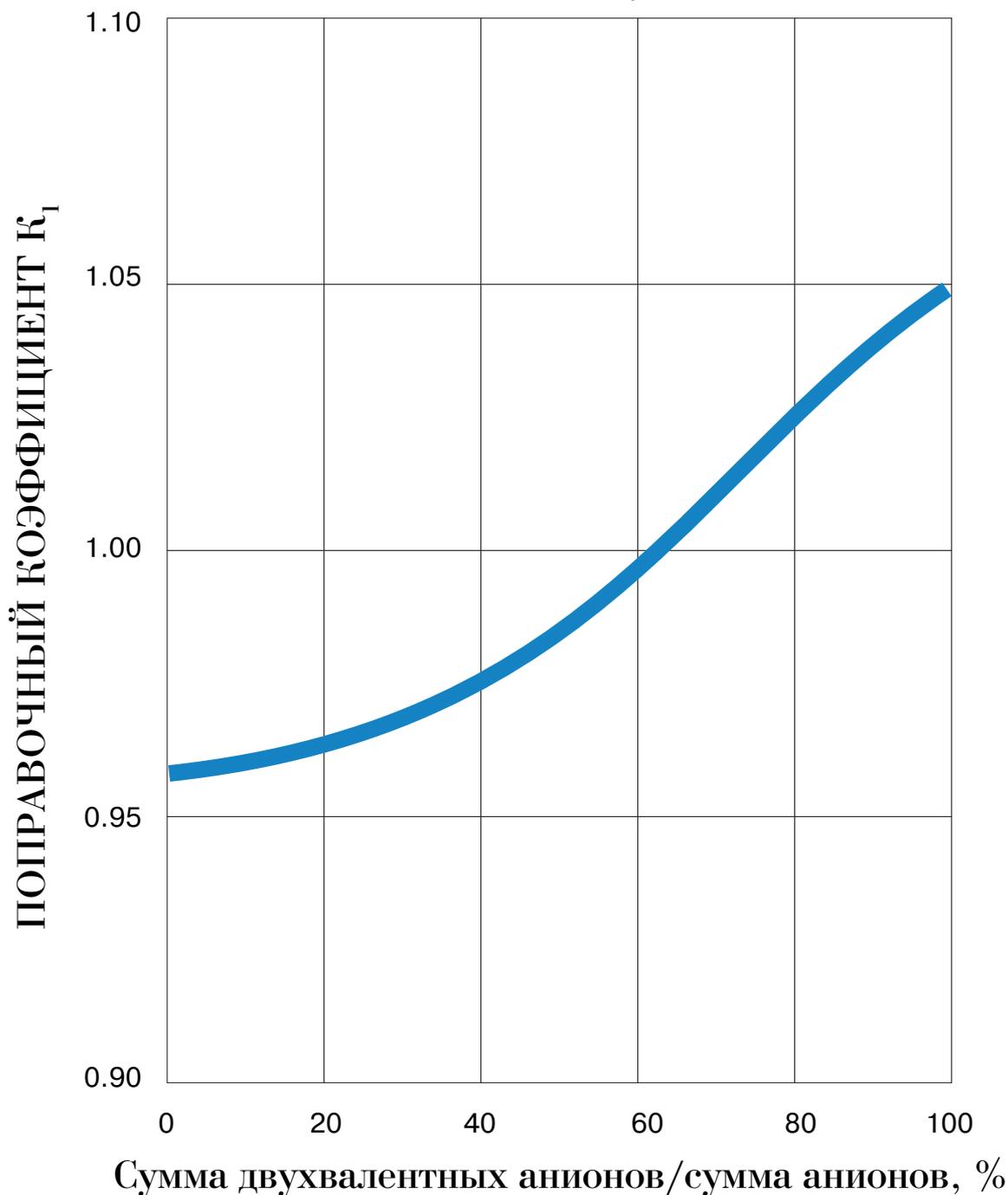
Удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию, г/л смолы

**ПЬЮРОПАК А200**  
ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_1$  ДЛЯ БАЗОВОЙ  
РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ: СУММА  
ДУХВАЛЕНТНЫХ АНИОНОВ/ СУММА АНИОНОВ

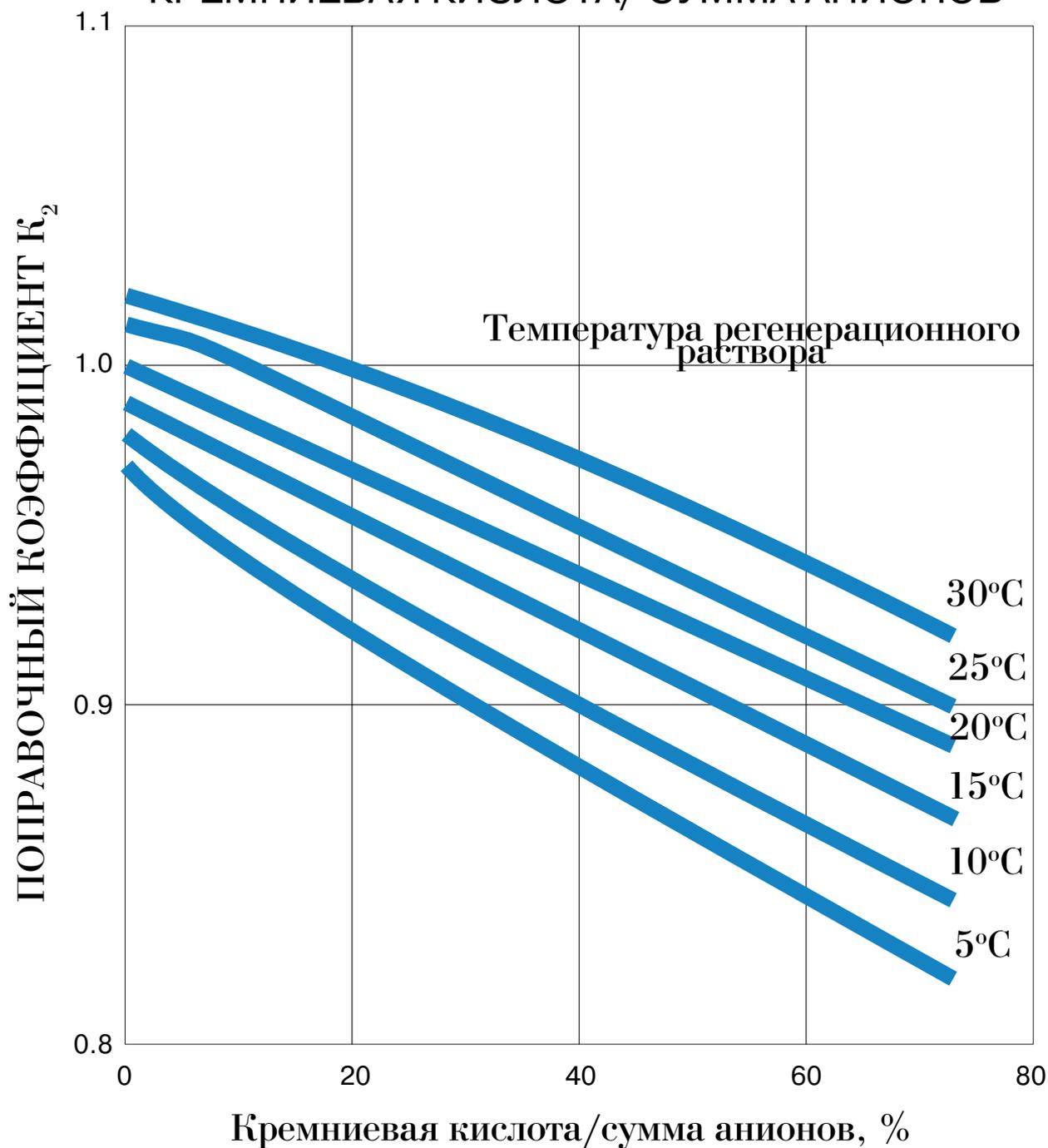


### ПЬЮРОПАК А510

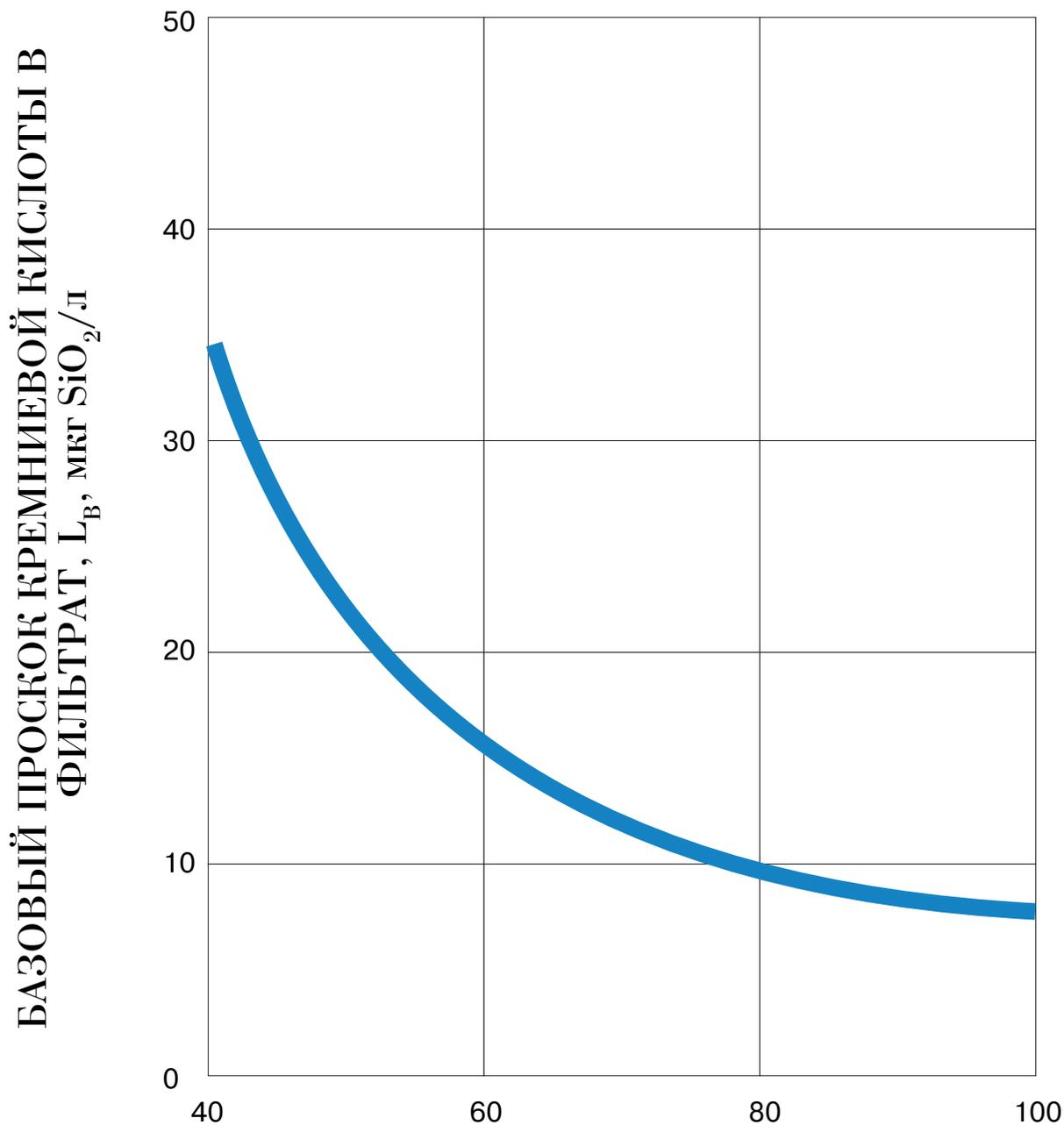
ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по отношению: Сумма  
двухвалентных анионов / Сумма анионов



**ПЬЮРОПАК А200, А510**  
ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $K_2$  ДЛЯ БАЗОВОЙ  
РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ:  
КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА/ СУММА АНИОНОВ



**ПЬЮРОПАК А200, А510**  
**БАЗОВЫЙ ПРОСКОК КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В**  
**ФИЛЬТРАТ,  $L_B$**

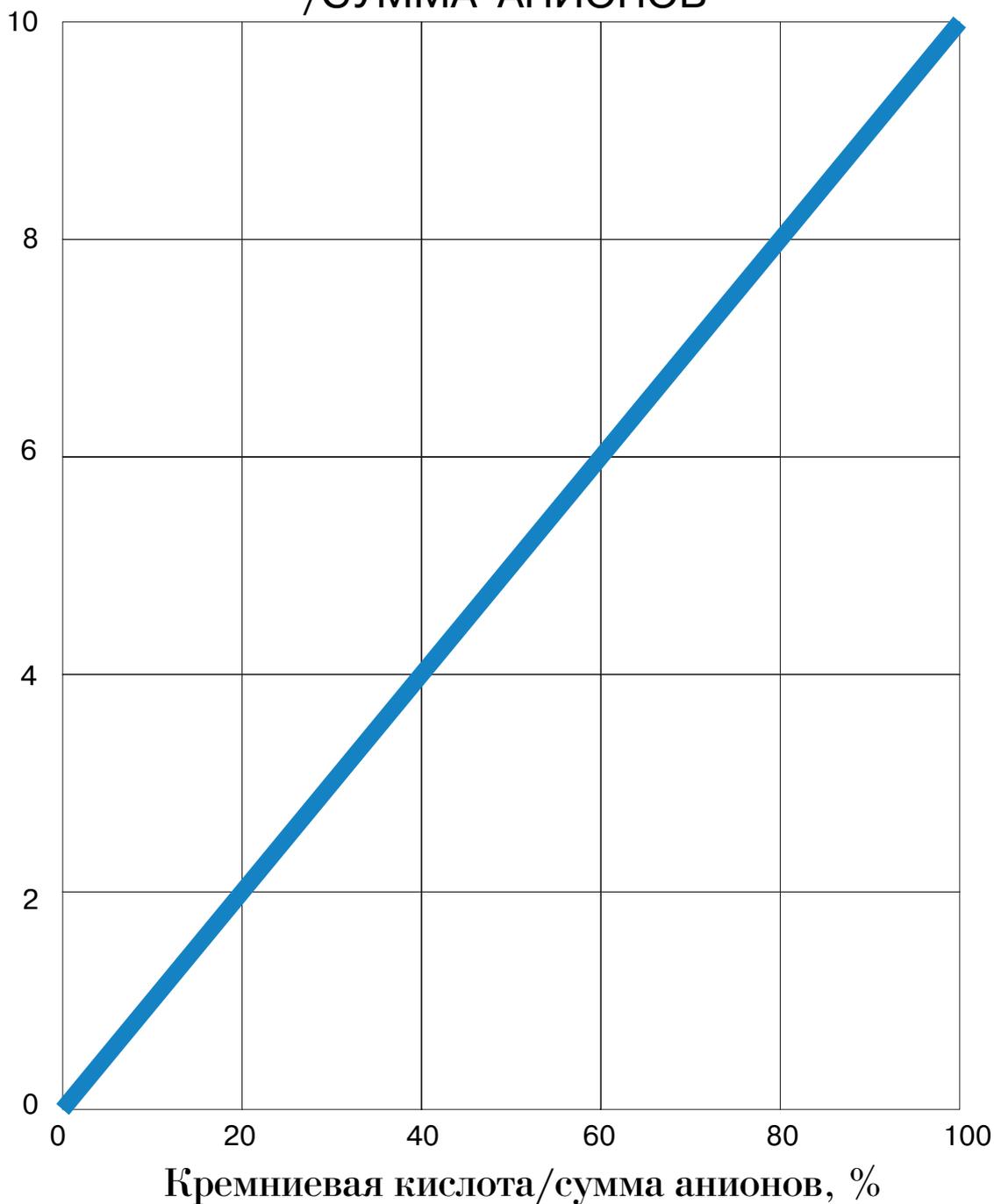


Удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию, г/л смолы

### ПЬЮРОПАК А200, А510

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ  $K_3$  К БАЗОВОМУ  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ  
ПО ОТНОШЕНИЮ: КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА  
/СУММА АНИОНОВ

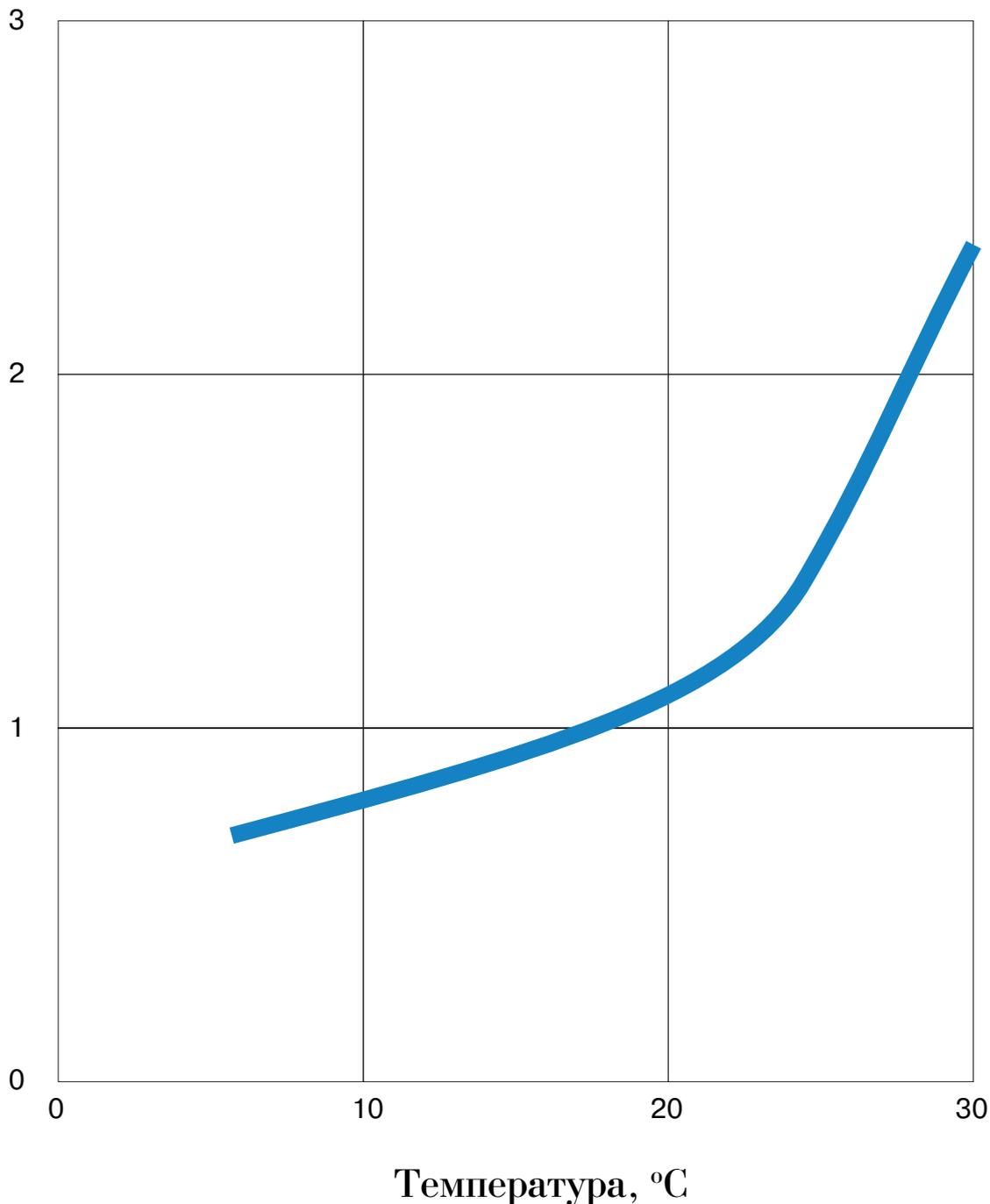
ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ  $K_3$  К БАЗОВОМУ ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ



## ПЬЮРОПАК А200, А510

ПОПРАВочный коэффициент  $K_4$  к базовому  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ  
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ИСХОДНОЙ ВОДЫ

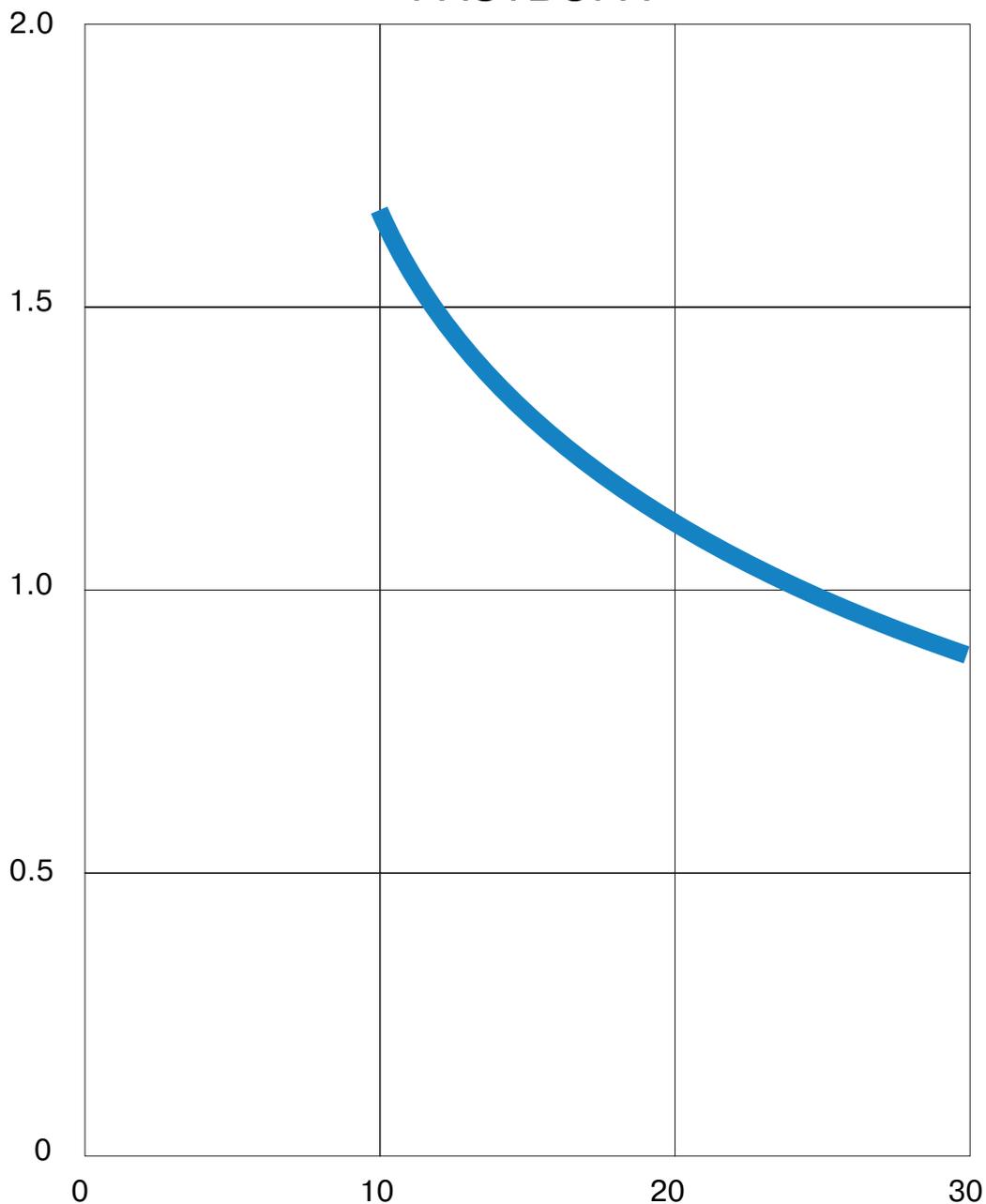
ПОПРАВочный коэффициент  $K_4$  к базовому ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ



### ПЬЮРОПАК А200, А510

ПОПРАВочный коэффициент  $K_5$  к базовому  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ  
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ РЕГЕНЕРАЦИОННОГО  
РАСТВОРА

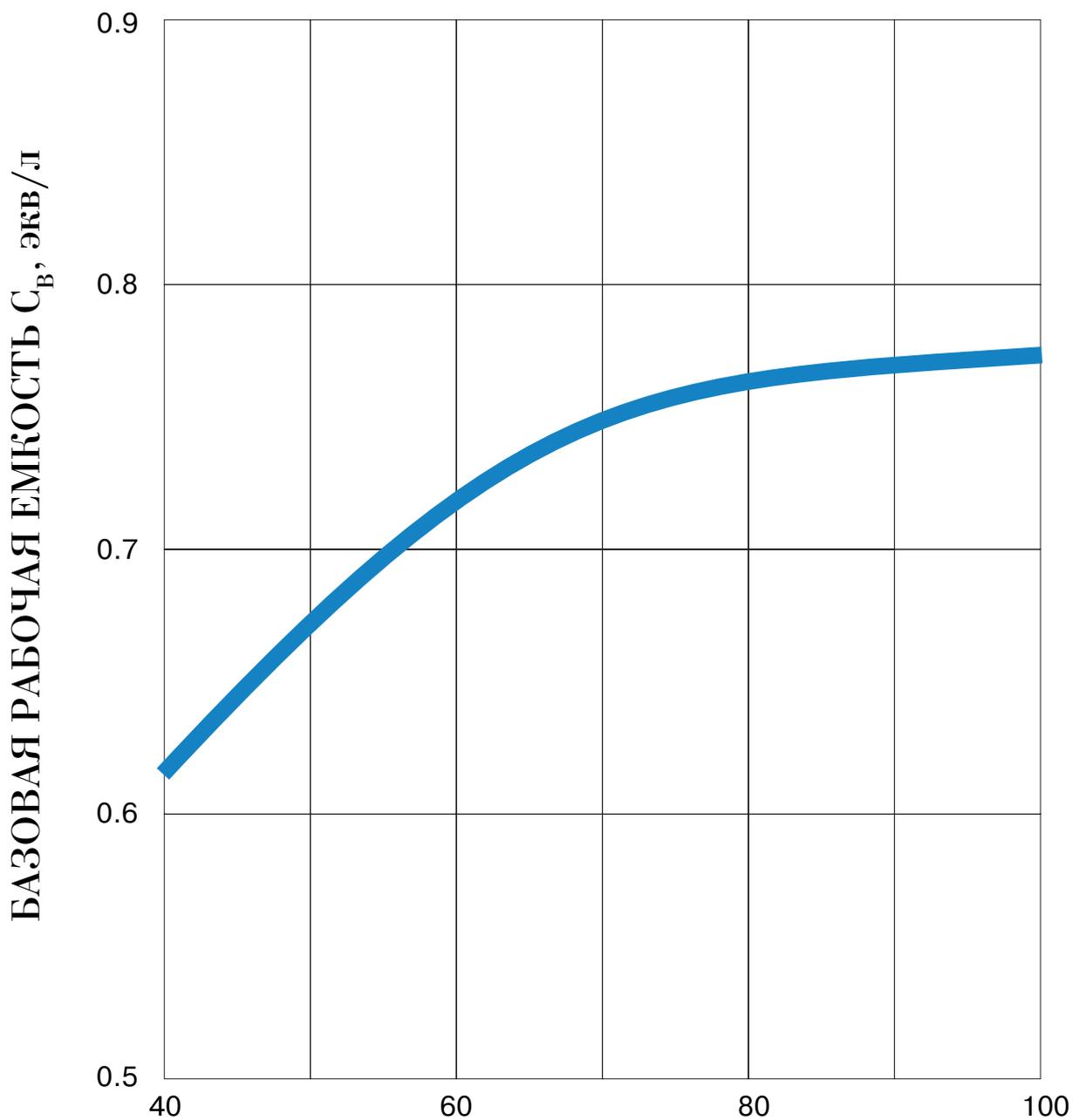
ПОПРАВочный коэффициент  $K_5$  к базовому ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ



Температура регенерационного раствора, °C

## ПЬЮРОПАК А850

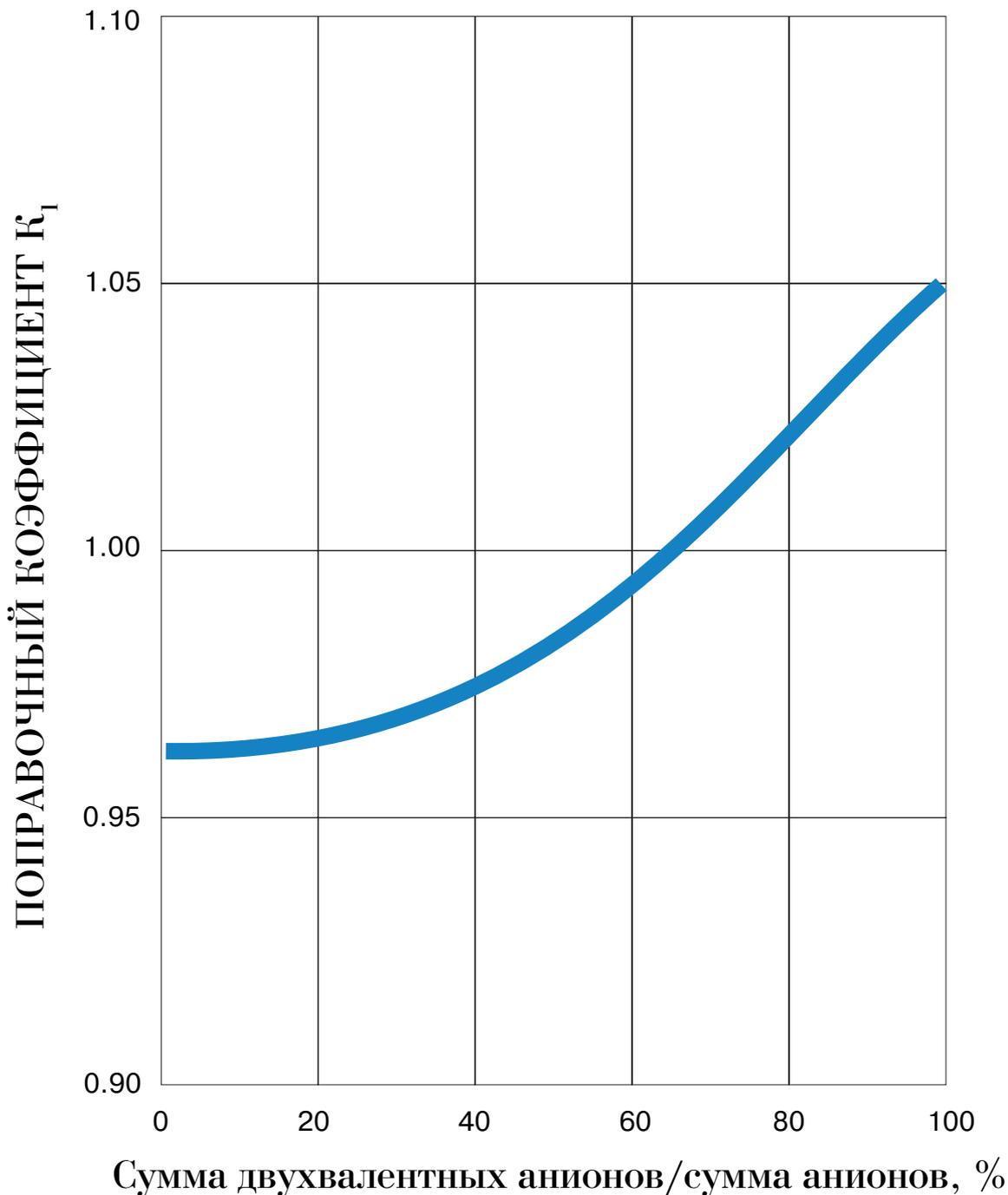
### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ $C_B$



Удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию, г/л смолы

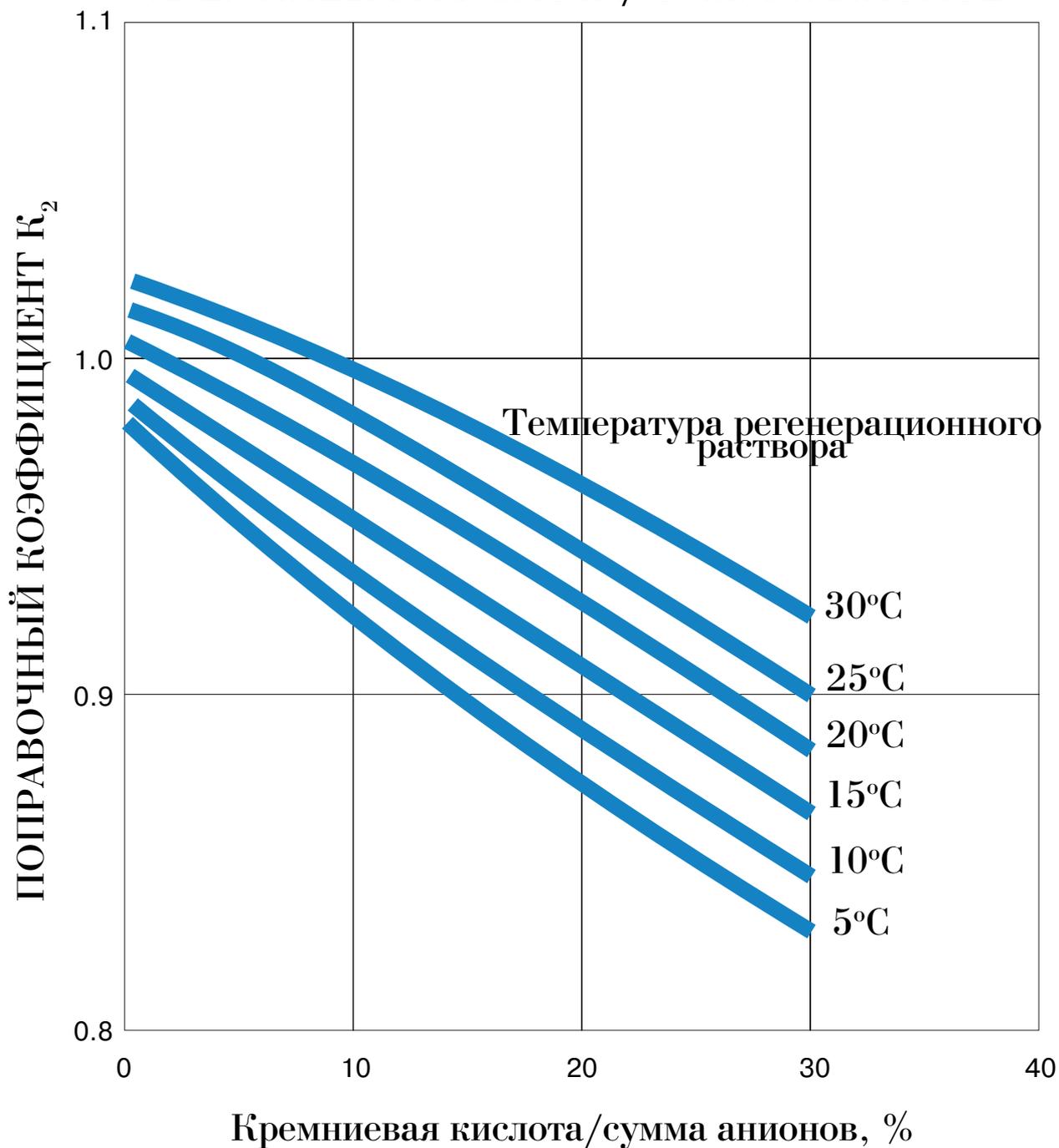
**ПЬЮРОПАК А850**

ПОПРАВочный коэффициент  $K_1$  для базовой  
рабочей емкости по отношению: Сумма  
двухвалентных анионов / Сумма анионов



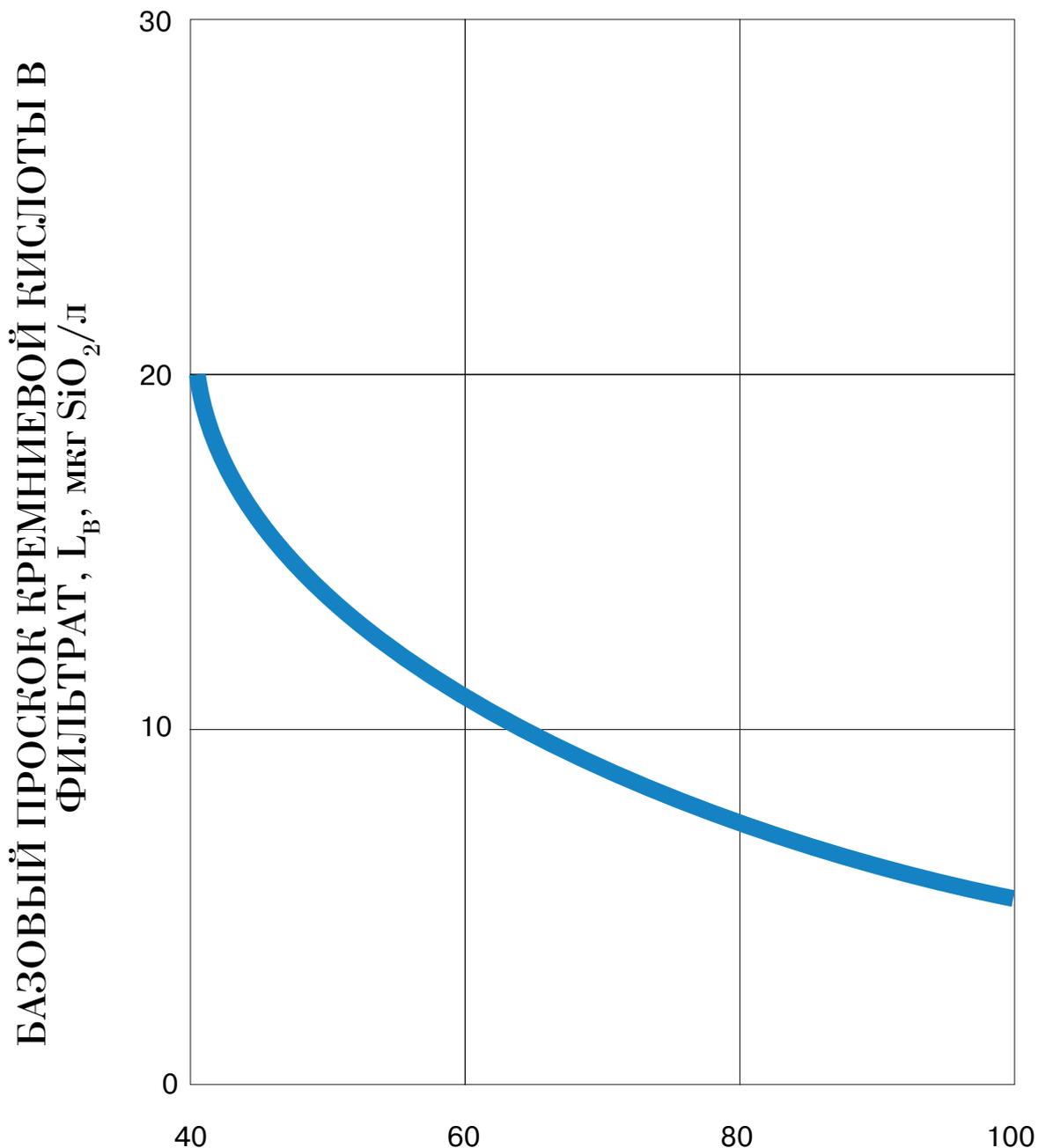
### ПЬЮРОПАК А850

ПОПРАВочный коэффициент  $K_2$  для базовой  
рабочей емкости по отношению:  
КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА/ СУММА АНИОНОВ



### ПЬЮРОПАК А850

#### БАЗОВЫЙ ПРОСКОК КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ, $L_B$

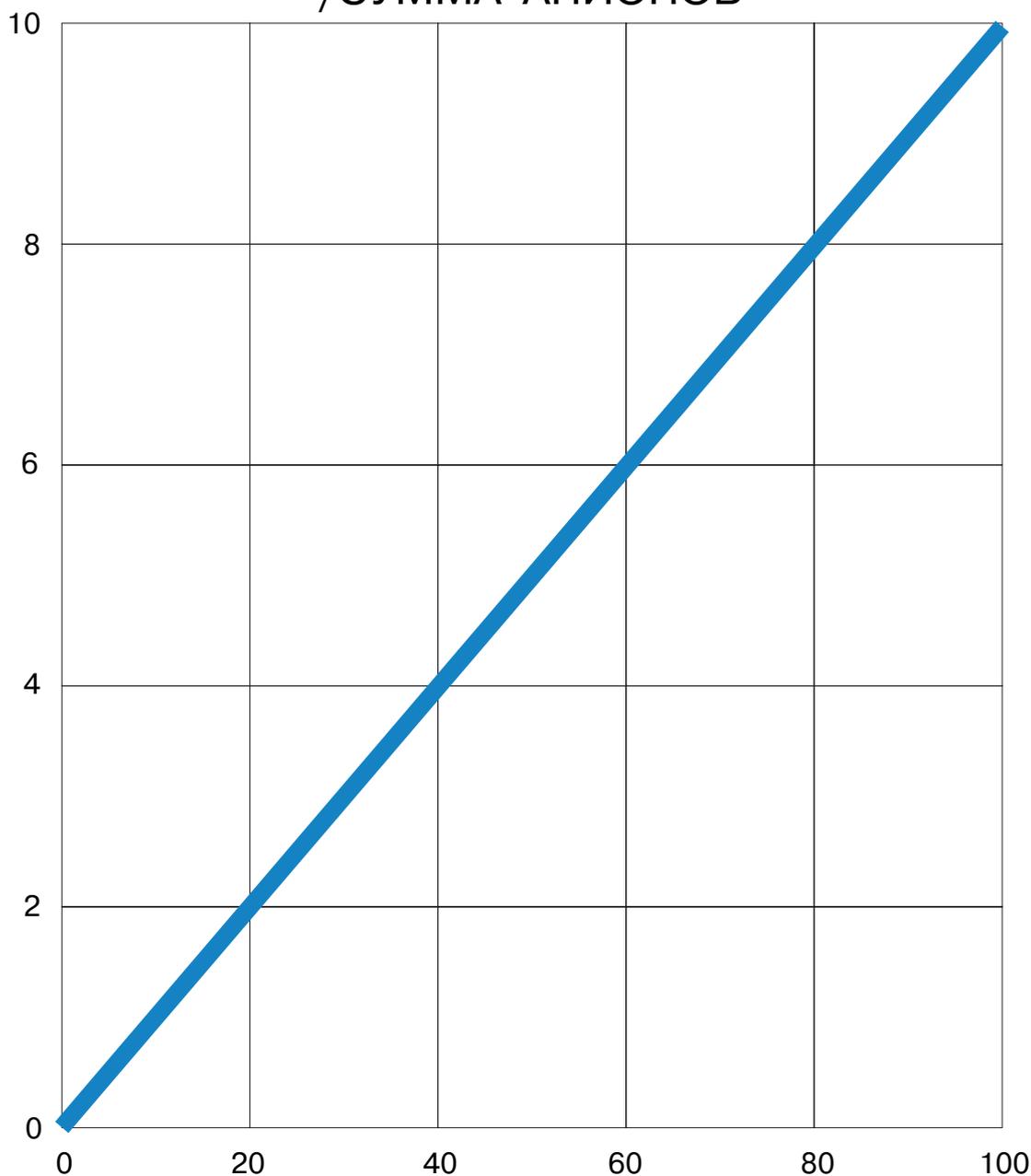


Количество NaOH в 100%-й пробе

### ПЬЮРОПАК А850

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ  $K_3$  К БАЗОВОМУ  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ  
ПО ОТНОШЕНИЮ: КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА  
/СУММА АНИОНОВ

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ  $K_3$  К БАЗОВОМУ ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ФИЛЬТРАТ

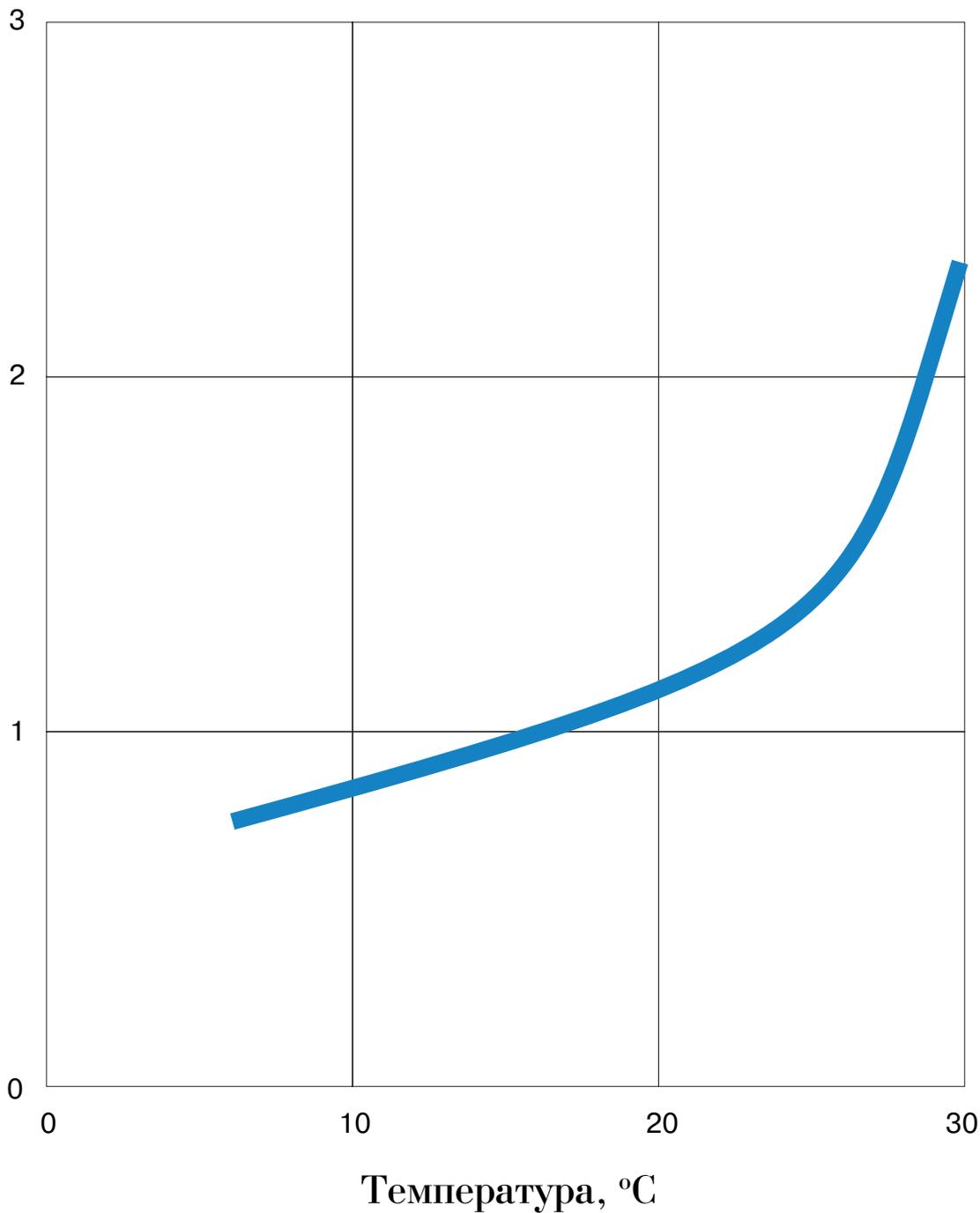


Кремниевая кислота/сумма анионов, %

### ПЬЮРОПАК А850

ПОПРАВочный коэффициент  $K_4$  к базовому  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ  
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ИСХОДНОЙ ВОДЫ

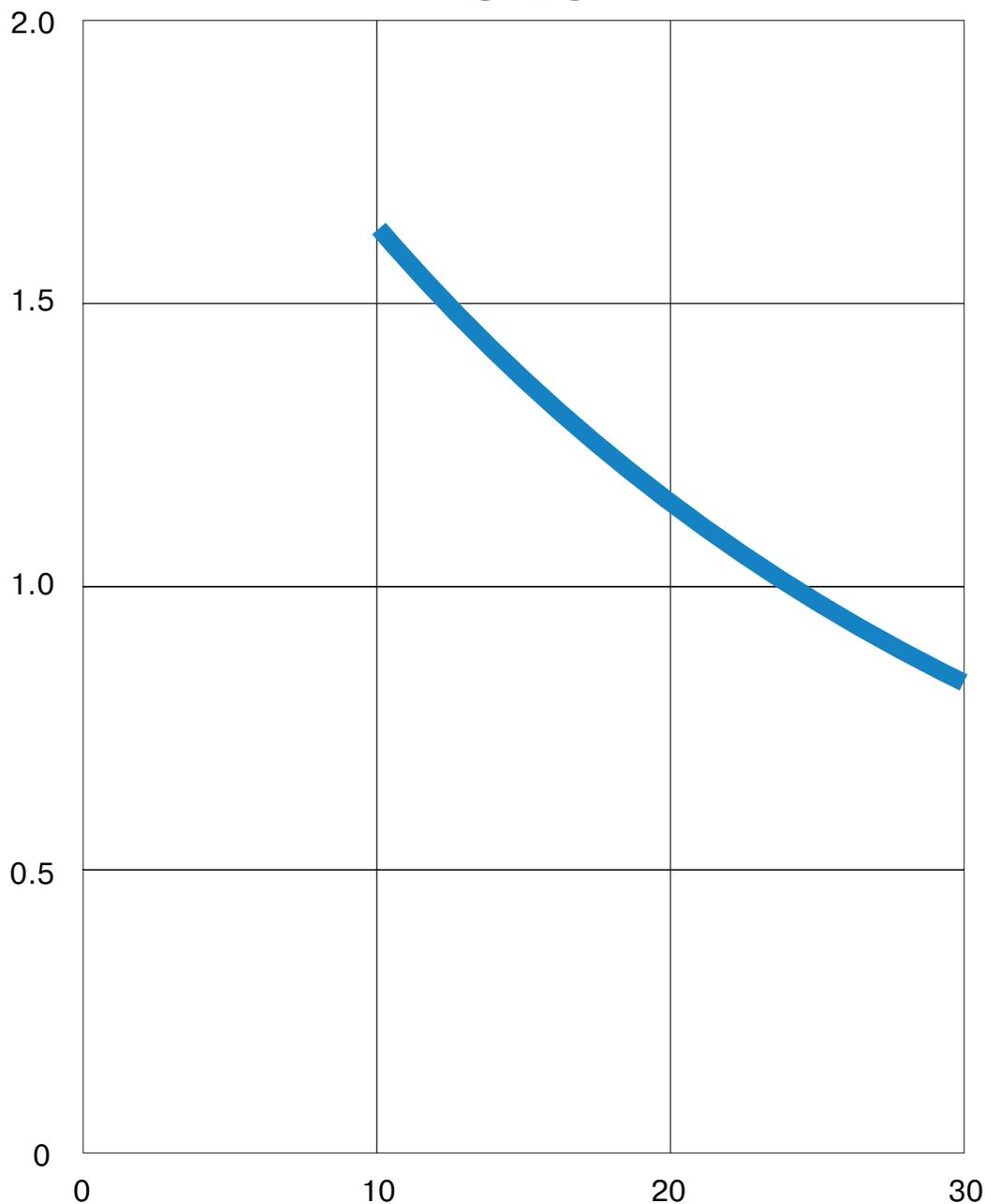
ПОПРАВочный коэффициент  $K_4$  к базовому  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ



## ПЬЮРОПАК А850

ПОПРАВочный коэффициент  $K_5$  к базовому  
ПРОСКОКУ КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ  
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ РЕГЕНЕРАЦИОННОГО  
РАСТВОРА

ПОПРАВочный коэффициент  $K_5$  к базовому ПРОСКОКУ  
КРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ в ФИЛЬТРАТ



Температура регенерационного раствора, °C

## Процесс регенерации Пьюропак.

Технология Пьюропак основана на работе в восходящем потоке и регенерации в нисходящем потоке. Регенерация включает в себя следующие стадии:

- Осаждение загрузки смолы после работы;
- Пропуск регенерационного раствора;
- Медленное вытеснение регенерационного раствора;
- Быстрая отмывка;
- Рециркуляционная отмывка

### Итоги работы

После завершения фильтроцикла при работе в восходящем потоке, смола осаждается под действием гравитационных сил. На этой стадии важно не допускать возмущающих потоков в шихту для того чтобы избежать перемешивания смолы. Полноту осаждения можно проконтролировать через верхнее смотровое окно, но обычно оно завершается в течение 10-15 минут.

Для достижения максимально высокого качества обессоленной воды необходимо для растворения регенерационных реагентов и для вытесняющей медленной отмывки использовать обессоленную воду с электропроводимостью не выше 2 мкСм/см. а предпочтительно с электропроводимостью не выше 1 мкСм/см. Для быстрой отмывки для катионообменной части может быть использована исходная вода, для анионообменной части - вода качеством не хуже катионированной.

### Требования к воде

Приводимые ниже данные относятся к условиям обычной штатной регенерации. Удельные расходы регенерирующих веществ определяются согласно основным требованиям проекта. (Для первоначальной регенерации необходимо использовать по крайней мере двойное количество от установленного).

## Регенерация катионитов.

### 1) Пьюропак С100 и С150

а) Соляная кислота:

рекомендуемые условия для удельного расхода 40-60 г. 100%-ной HCl/л смолы:

- Концентрация регенерационного раствора 4%
- Расход регенерационного раствора 2-3 объема смолы/ час
- Время регенерации 30 мин

Для удельных расходов соляной кислоты выше, чем 60 г/л смолы, рекомендуется оставить концентрацию раствора в пределах 4%, а увеличить время регенерации или расход регенерационного раствора.

б) Серная кислота:

При использовании серной кислоты необходимо тщательно выбирать концентрацию раствора, для предотвращения

гипсования катионита в результате выпадения сульфата кальция. Для принятия решения необходимо обращать внимание на отношение: содержание кальция сумма катионов в исходной воде поступающей на сильно кислотный катионит (SAC). Процесс регенерации проводится в две стадии. На первой стадии используется кислота с низкой концентрацией, которая увеличивается на второй стадии. Рекомендуемые концентрации кислоты указаны на странице 65. Одна третья часть серной кислоты, но по крайней мере не менее 30 г/л смолы, должна быть пропущена на первой стадии, а оставшаяся часть на второй стадии.

- Концентрация регенерационного раствора Должна быть выбрана на графиках
- Расход регенерационного раствора Зависит от концентрации и кислоты 10-20 минут на первой стадии;
- Время регенерации 10-20 минут

### 2) Совместное использование Пьюропак С104 и С100 или С150.

Слабокислотный и сильнокислотный катиониты могут регенерироваться совместно. Все количество регенерирующего вещества пропускается сначала через сильнокислотный катионит, затем - через слабокислотный. Суммарное количество кислоты для регенерации необходимо вычислить в соответствии с требованиями для обеих смол. Такой тип регенерации имеет определенное преимущество для экономии реагентов по сравнению с регенерацией каждой смолы в отдельности.

Требуемое количество регенеранта для слабокислотного катионита обычно составляет 105 - 110 % от теоретически необходимого. В некоторых случаях эта величина может быть превышена из-за причин, связанных с сильнокислотным катионитом.

Полезным орудием для оптимизации работы пары катионитов в технологической цепочке, включая количество регенеранта и распределение ионной нагрузки по фильтрам (см. Приложение I), является компьютерная программа «PuroDesign». С исходными данными для расчета обращайтесь в ближайшее представительство компании ПЮРОЛАЙТ.

а) Соляная кислота:

Условия регенерации для пары катионитов должны быть оптимизированы по сильнокислотному катиониту (SAC), как описано ранее в параграфе 1(а) раздела **Регенерация катионитов.**

б) Серная кислота:

Использование серной кислоты требует тщательного подхода к выбору концентрации кислоты во избежание гипсования обоих смол.

Для сильнокислотного катионита (SAC) отношение: содержание кальция сумма катионов в обрабатываемой воде является важным фактором при расчетах. В зависимости от этого отношения концентрация серной кислоты может быть выбрана согласно данным на странице 65, как описано ранее в параграфе 1(а) раздела **Регенерация катионитов.**

Еще более низкие концентрации серной кислоты должны быть использованы для слабокислотного катионита. так как при нормальной работе он перед регенерацией насыщен ионами кальция

На странице 66 показаны рекомендуемые концентрации кислоты для слабокислотного катионита (WAC) в зависимости от температуры регенерации.

Так как сильнокислотный и слабокислотный катионит регенерируются совместно с пропуском кислоты сначала через сильнокислотный катионит, затем через, слабокислотный катионит, имеется несколько альтернативных способов снижения вероятности гипсования катионитов:

- Сильнокислотный катионит регенерируется поэтапно, как это описано выше, и серная кислота разбавляется после фильтра с сильнокислотным катионитом до концентрации, рекомендованной для слабокислотного катионита.
- На первой стадии регенерации кислота с концентрацией, рекомендованной для слабокислотного катионита, пропускается через оба фильтра. На второй стадии регенерации, кислота с концентрацией, рекомендованной для первой стадии регенерации сильнокислотного катионита, пропускается через оба фильтра.
- Кислота, с концентрацией, рекомендованной для слабокислотного катионита, пропускается через оба фильтра.

Производительность установки может зависеть от режима регенерации, так как в определенных пределах концентрация регенерата будет влиять, на эффективность регенерации. Первый из перечисленных способов является с технической точки зрения наиболее предпочтительным, так как концентрация кислоты в данном случае является оптимальной для обоих катионитов.

### Регенерация анионитов.

1) Пьюропак A400, A500, A200, A510, A850 и Пьюропак A100, A847.

Гидроокись натрия

Рекомендуемые условия регенерации для удельных расходов 100%-ной щелочи 40 - 60 г/л:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| • Концентрация регенерационного раствора | 4%                    |
| • Расход регенерационного раствора       | 2-3 объема смолы/ час |
| • Время регенерации                      | 30 мин                |

Для удельных расходов регенеранта больших, чем 60 г/л рекомендуется оставить концентрацию щелочи на уровне 4% и увеличить расход регенерационного раствора до 3-4 объемов смолы /час.

2) Совместное использование слабоосновных и сильноосновных анионитов.

Слабоосновные и сильноосновные аниониты могут регенерироваться совместно. Все количество регенеранта сначала пропускается через сильноосновной анионит, а затем - через слабоосновный. Суммарное щелочи для регенерации необходимо вычислить в соответствии с требованиями для обеих смол. Такой тип регенерации имеет определенное преимущество для экономии реагентов по сравнению с регенерацией каждой смолы в отдельности.

Требуемое минимальное количество регенерата для слабоосновного анионита обычно составляет 120 % от теоретически необходимого.

В некоторых случаях эта величина может быть превышена из-за причин, связанных с сильноосновным анионитом и/или с высокой нагрузкой по органическим загрязнениям на слабоосновный анионит.

Полезным инструментом для оптимизации работы пары катионитов в технологической цепочке, включая количество регенеранта и распределение ионной нагрузки по фильтрам (см. Приложение I), является компьютерная программа «PuroDesign». С исходными данными для расчета обращайтесь в ближайшее представительство компании ПЬЮРОЛАЙТ.

Полезным инструментом для оптимизации работы пары катионитов в технологической цепочке, включая количество регенеранта и распределение ионной нагрузки по фильтрам (см. Приложение I), является компьютерная программа «PuroDesign». С исходными данными для расчета обращайтесь в ближайшее представительство компании ПЬЮРОЛАЙТ.

В случае совместной регенерации слабоосновного сильноосновного анионитов следует снижать концентрацию гидроокиси натрия во избежание опасности выпадения кремниевой кислоты на слабоосновном анионите. В большинстве случаев необходимо использовать правило: если отношение: содержание кремниевой кислоты/сумма анионов в воде, поступающей на сильноосновный анионит больше 10%, концентрация гидроокиси натрия должна быть уменьшена до 2%. Если это отношение больше 20%, должна быть не только понижена концентрация щелочи до 2%, но и температура регенерационного раствора должна быть понижена.

### Вытесняющая отмывка.

Вытесняющая отмывка как для катионитов, так и для анионитов производится сверху вниз со скоростью, равной скорости пропускания регенерационного раствора при использовании только обессоленной воды. Вытесняющая отмывка завершает процесс регенерации, по сути перемещая последние порции регенеранта вдоль загрузки смолы. Ориентировочно можно принять, что для вытесняющей отмывки катионитов необходим объем воды, равный 1 - 2 объемам смолы, а для анионитов - 1,5 - 2,5 объемам смолы.

### Быстрая отмывка.

После завершения операции вытесняющей отмывки, которая проводится сверху вниз, смолы отмываются снизу вверх с целью удаления остатков регенеранта. Быстрая отмывка производится с расходом отмывочной воды, равным расходу воды при рабочем фильтровании и продолжают до достижения нормированного значения электропроводности в отмывочной воде. Ориентировочно можно принять, что для быстрой отмывки необходим объем воды, равный 2 - 3,5 объемам смолы.

### Рециркуляционная отмывка.

В процессе противоточной быстрой отмывки установка может быть включена в режим рециркуляции. В качестве ориентировочного руководства можно считать, что рециркуляция можно начинать при достижении электропроводности 50 - 150 мкСм/см. Рециркуляция может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое значение электропроводности, с которой она может быть включена в рабочее противоточное фильтрование.

При переключении на режим противоточного фильтрования очень важным моментом является регулирование срабатывания клапанов установки, которое должно быть осуществлено таким образом, чтобы слой смолы поддерживался.

## Процесс регенерации Пьюропак

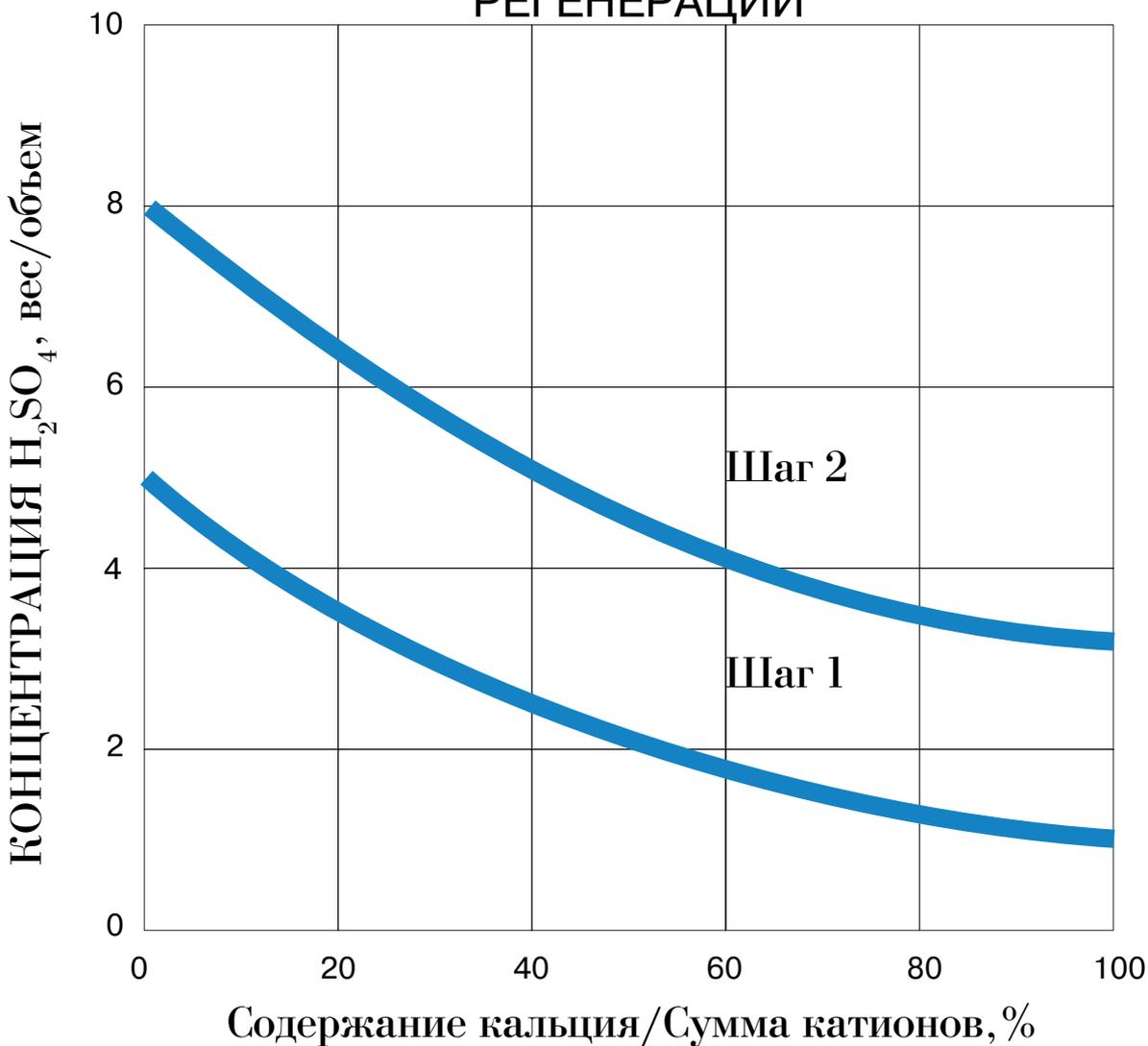
---

в «зажатом» состоянии у верхнего распределительного коллектора. (При переключении от быстрой отмывки к рециркуляции рабочий насос должен быть выключен после небольшого интервала, пока включаемся рециркуляционный насос и, наоборот, при переключении от рециркуляции к работе, рециркуляционный насос должен быть отключен после интервала, за который происходит включение рабочего насоса). При таком режиме работы насосов смола будет постоянно прижата к верхнему распределительному коллектору.

В том случае, когда смола регулярно находится в резерве после регенерации, рециркуляцию можно прекращать после достижения нормируемых для окончания отмывки значений показателей качества фильтрата. При включении в работу необходимо провести повторную отмывку для достижения нормируемых показателей качества фильтрата при рабочей фильтрации. В такой ситуации свободное пространство над смолами сильной функциональности в конце отмывки должно быть 2 - 5% (подробное описание смотрите на стр. 79). Более высокий процент свободного пространства может привести к частичному перемешивания шихты. Это приведет к увеличению объема отмывочной воды и ухудшению качества фильтрата в начале фильтроцикла. Свободное пространство для слабоосновных анионитов и слабокислотных катионитов так строго подгонять, необязательно.

В качестве руководства можно придерживаться правила: в случае низкой потребности или отсутствии потребности воды линейная скорость через загрузку смолы во время рециркуляции должна поддерживаться не менее 3 м/час, а в зависимости от соотношении высоты и диаметра загрузки, условий регенерации смотри подходящее значение скорости в параграфе «Начальная и поддерживающая скорость уплотняющего потока» (стр. 70). Остановка фильтра без рециркуляции в начале рабочего фильтроцикла также возможна, если размеры свободного пространства находятся в пределах размеров, рекомендуемых для остановок. Однако может быть некоторое ухудшение качества фильтрованной воды в начальный период после подключения фильтра.

**ПЬЮРОПАК С100, С100Н, С150, С150Н**  
**РЕКОМЕНДУЕМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ СЕРНОЙ**  
**КИСЛОТЫ**  
**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОШАГОВОЙ**  
**РЕГЕНЕРАЦИИ**

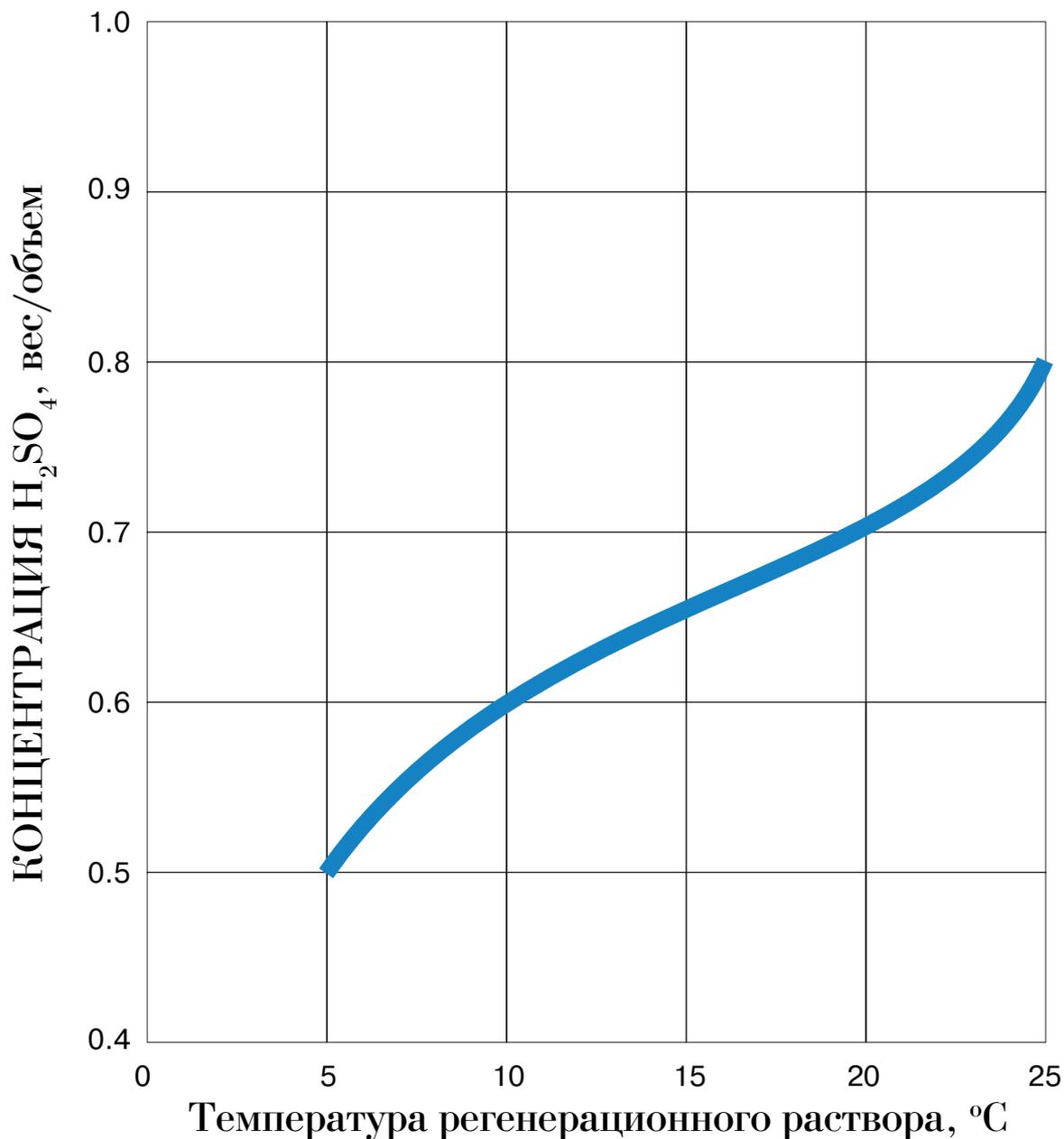


Количество регенеранта:

Первая стадия регенерации = 1/3 от всего регенеранта (но менее 30 г/л смолы)

Вторая стадия регенерации = оставшийся регенерант

### ПЬЮРОПАК С104 РЕКОМЕНДУЕМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ



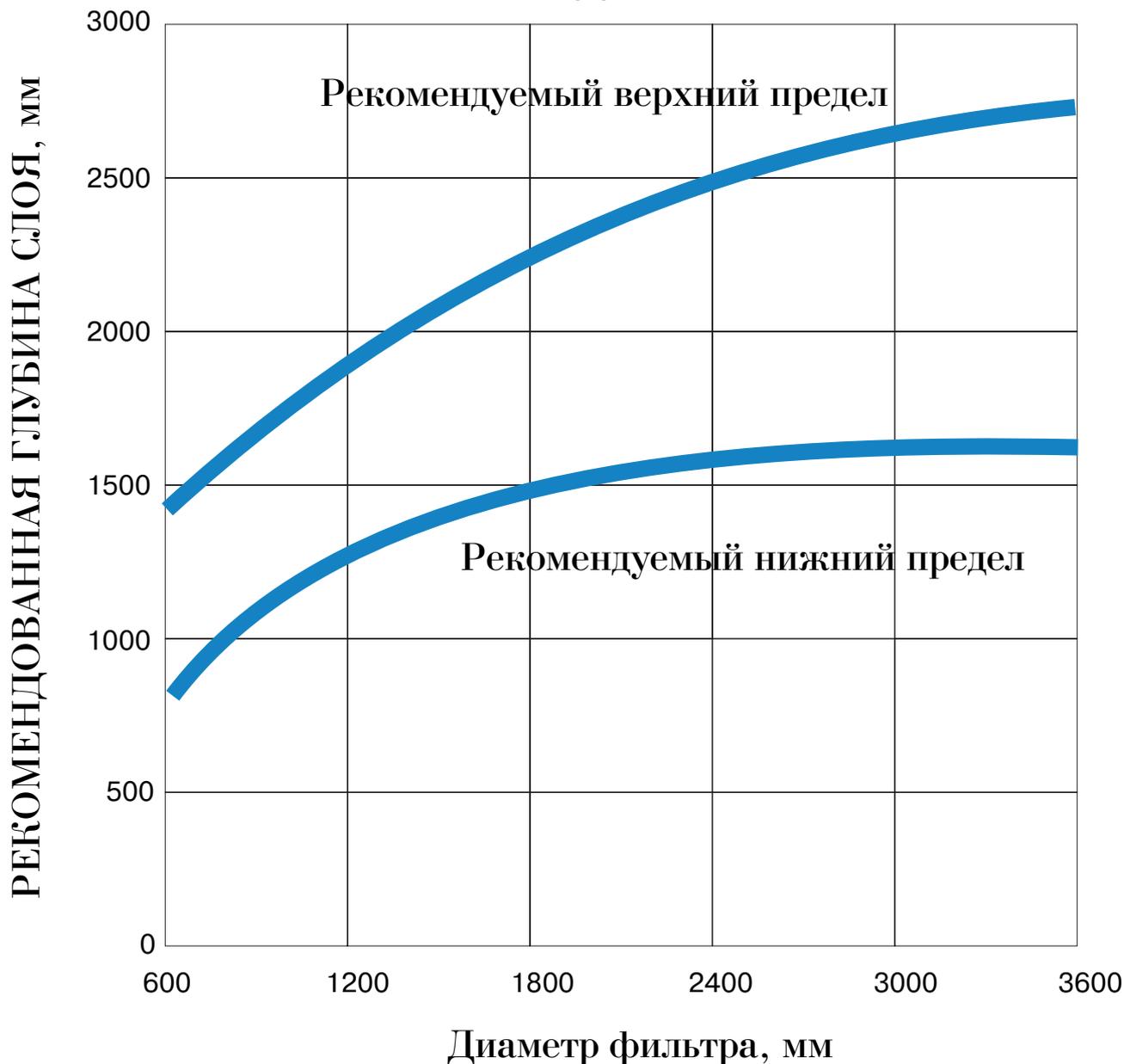
### Рекомендованные высоты загрузки

Геометрическая пропорциональность загрузки - это отношение высоты слоя к диаметру фильтра. Оптимизация этого отношения является самой важной величиной в конструировании фильтра.

Когда фильтры являются высокими и узкими, химическая эффективность смол будет максимально. Однако крайние значения этих величин не могут быть рекомендованы. Смолы могут разбухать при изменении ионной формы, что приводит к зажатию их между стенками фильтра, что может в свою очередь стать причиной разрушения смол и увеличения перепада давления до потери вакуума. Разрушение смол может привести к потере технологических характеристик.

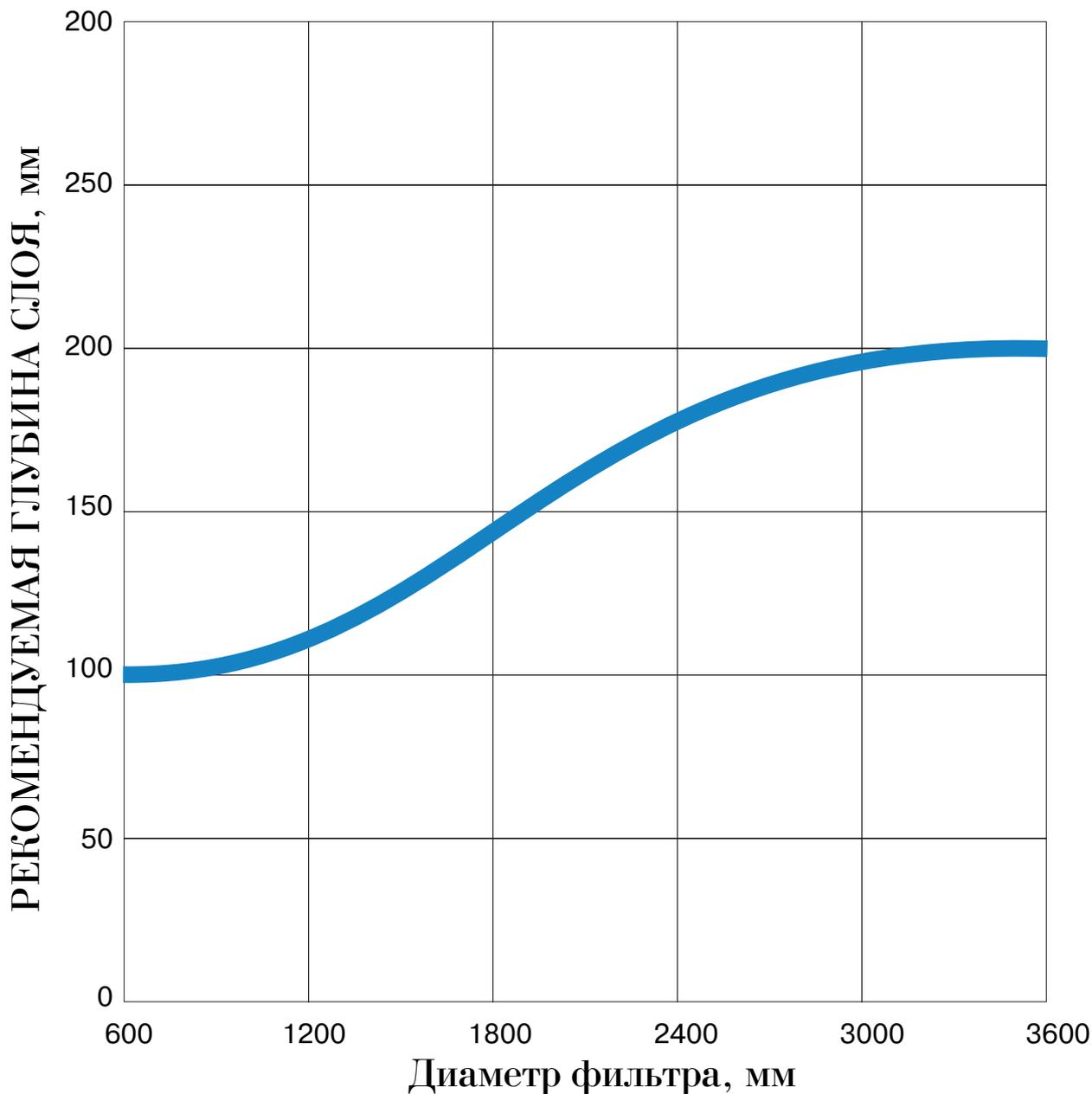
На странице 68 даны рекомендованные верхние и нижние пределы высот загрузок для стандартных диаметров фильтров от 600 до 3600 мм. Конструкции фильтров с размерами загрузок смол, лежащих в этих пределах, будут иметь минимальный риск разрушения смолы и будут обеспечивать подходящий перепад давления. На графиках отображены только гидравлические характеристики.

## РЕКОМЕНДОВАННАЯ ГЛУБИНА СЛОЯ СМОЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ДИАМЕТРА ФИЛЬТРА



Эти графики содержат чисто гидравлическую информацию. Для некоторых смол возможна работа при меньших глубинах слоя без потери рабочих характеристик

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ГЛУБИНА СЛОЯ ИНЕРТНОГО МАТЕРИАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА ФИЛЬТРА



1. Дополнительное количество инертного материала может быть использовано для уменьшения свободного пространства фильтра
2. Для коррекции свободного пространства в фильтре минимальный слой инертного материала может быть уменьшен не более, чем на 50 мм, при этом должен быть выдержан минимально возможный слой 75 мм

Для систем ПЬЮРОПАК является важным в начальный период рабочего фильтроцикла (после вытесняющей отмычки) приподнять шихту так, чтобы она сразу же оказалась прижатой к верхней распределительной системе.

Важным на этой стадии является то, чтобы, по крайней мере 70% шихты находилось в “зажатом” состоянии. Скорости потока необходимые для достижения этого условия даны в этом разделе и показывают процент “зажатой” шихты, как функцию линейной скорости потока для различных типов смол.

Операция подъема шихты должна быть произведена с рекомендуемой скоростью потока, которая должна поддерживаться постоянной во избежание перемешивания шихты.

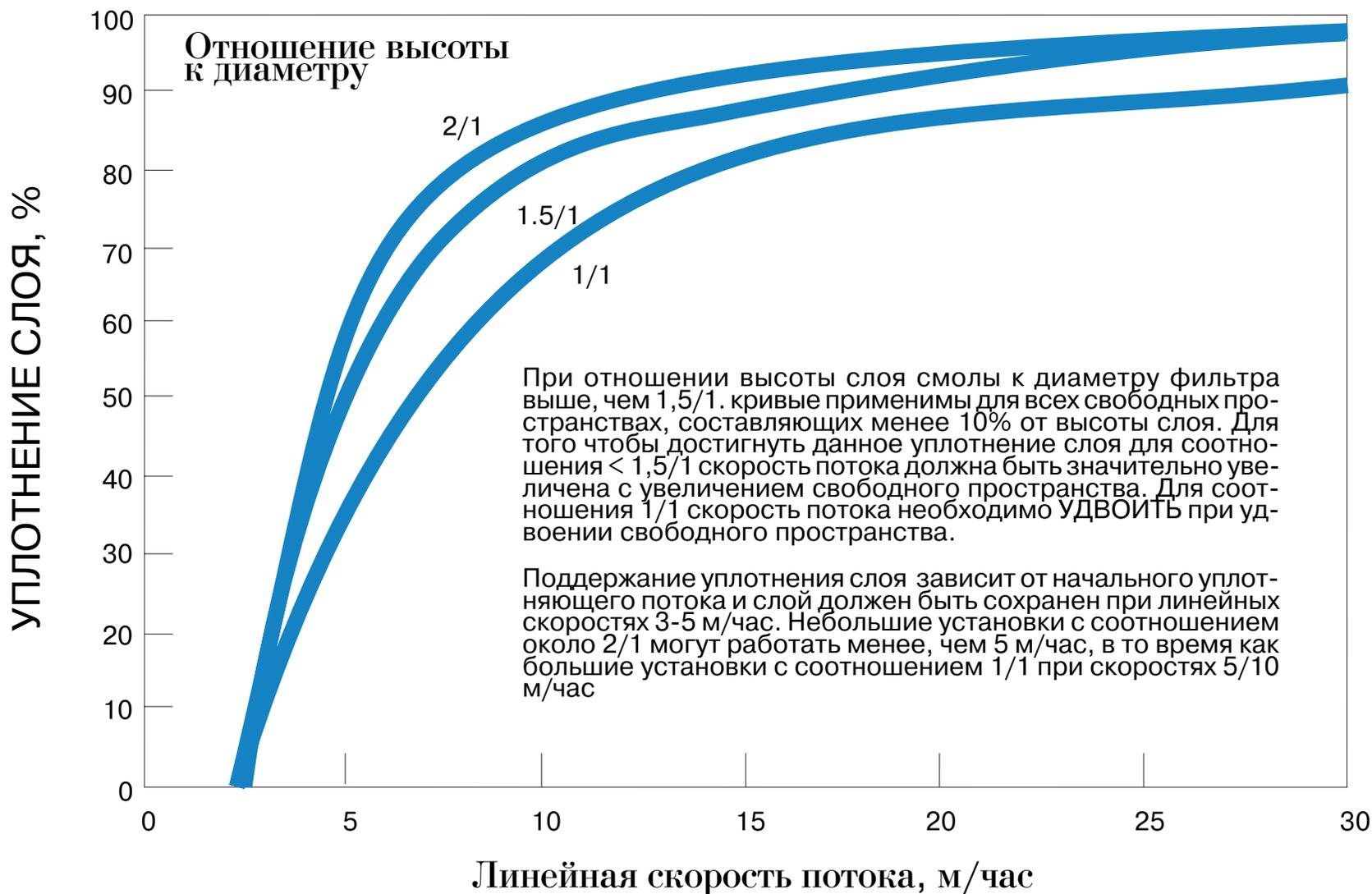
Минимальная скорость потока для осуществления начального подъема шихты будет несколько выше, чем требуемая скорость потока для дальнейшего поддержания шихты.

При обращении к графикам начальной скорости уплотнения шихты, необходимо отметить, что скорость лежащая в пределах 10 - 15 м/час рекомендована для достижения уплотнения не менее 70% от требуемого и зависит от конструкции фильтра.

Поддерживающая скорость мало зависит от конструкции фильтра и условий работы установки. Скорость поддержания шихты в зажатом состоянии находится в диапазоне 3 - 5 м/час для небольших установок с отношением высоты к диаметру 2/1, а для больших установок с отношением высоты к диаметру 1/1 скорость лежит в диапазоне 5 - 10 м/час.

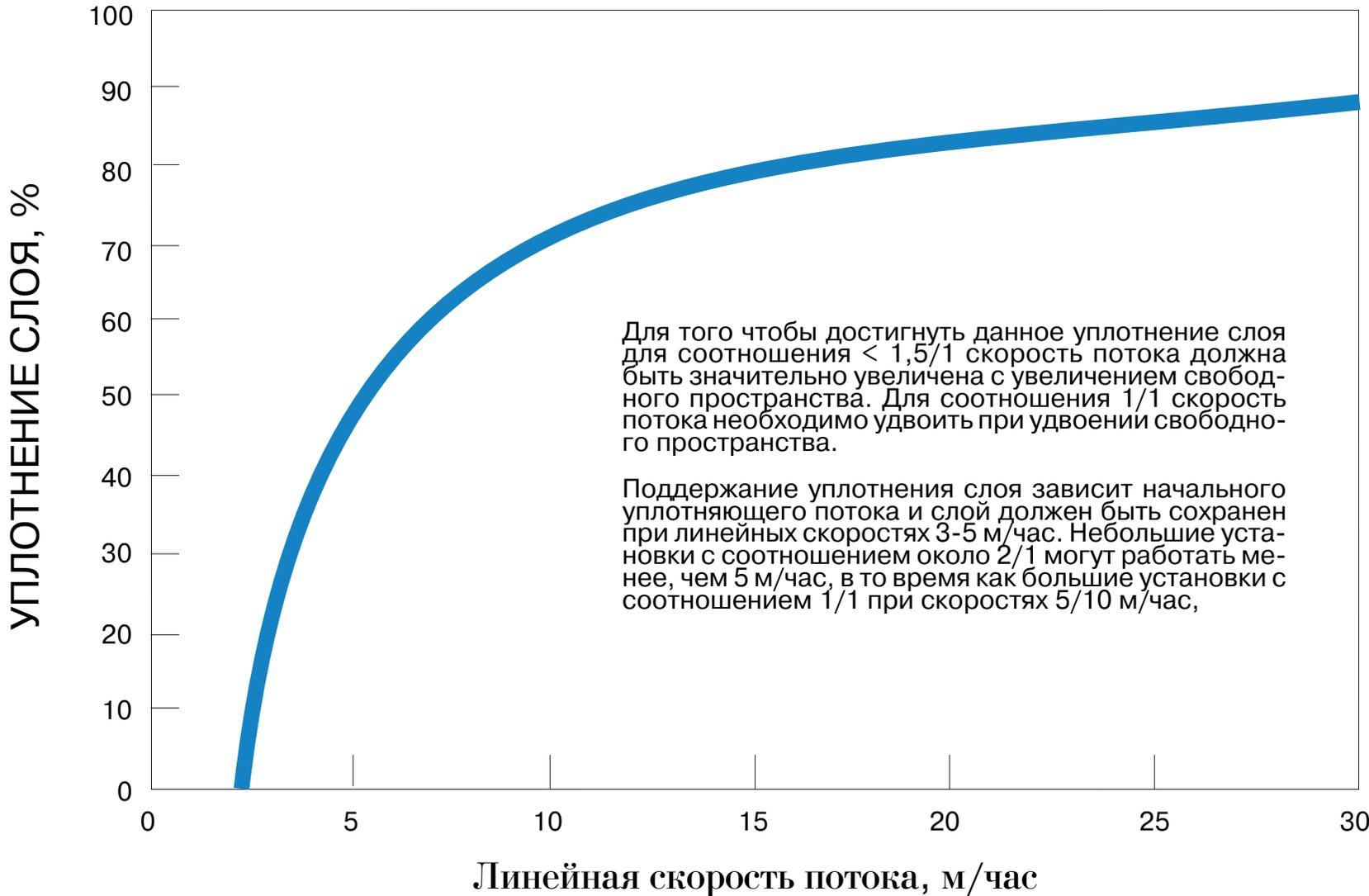
В случае снижения потребности в воде рекомендуется линию, которая истощилась в наименьшей, степени поставить на рециркуляцию, что сохранит высокое качество воды.

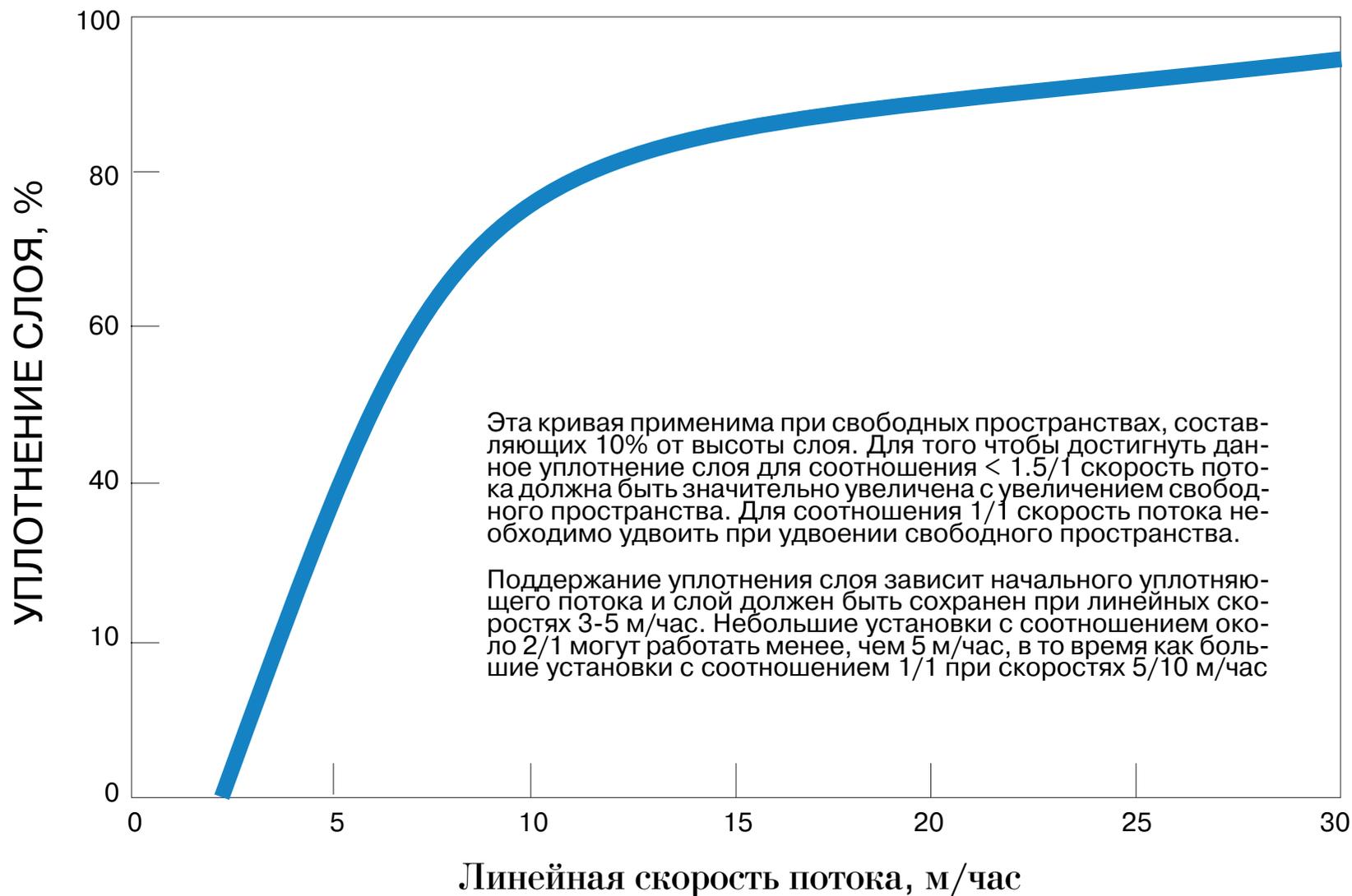
Если линия только что отрегенирована или недавно была включена в работу, то можно отключить и вновь включить в работу линию, если свободное пространство над шихтой находится в рекомендованных границах (см. стр. 79). Если к моменту отключения цепочка отработала 30% или более от среднего фильтроцикла, то всегда необходимо оставлять ее на рециркуляцию до включения в работу.

НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ УПЛОТНЯЮЩЕГО ПОТОКА ДЛЯ  
СМОЛ ПЬЮРОПАК С100 И С150 В РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ  
ФОРМЕ.

# НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ УПЛОТНЯЮЩЕГО ПОТОКА ДЛЯ СМОЛ ПЬЮРОПАК С104 В РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ФОРМЕ.

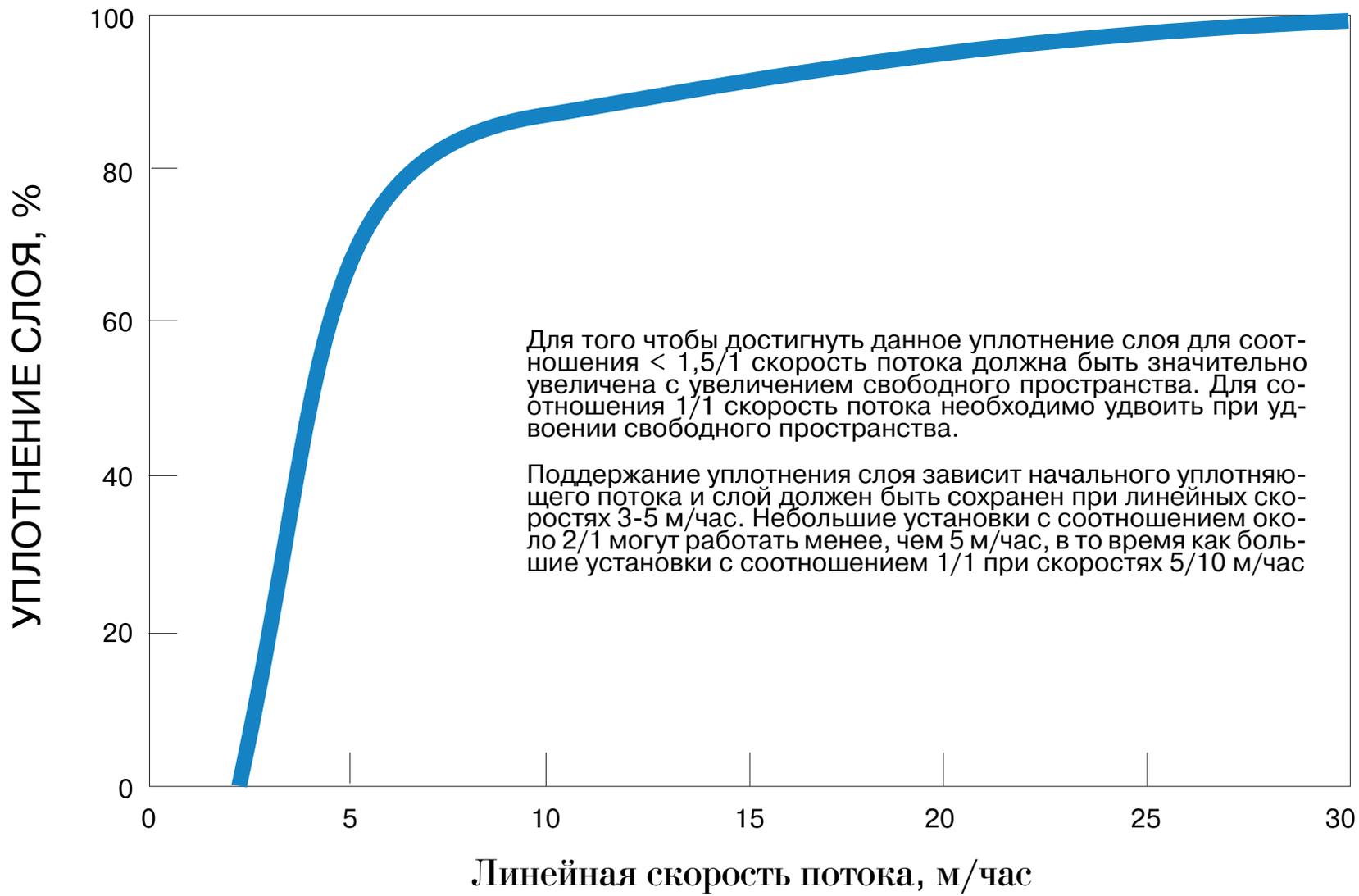
72

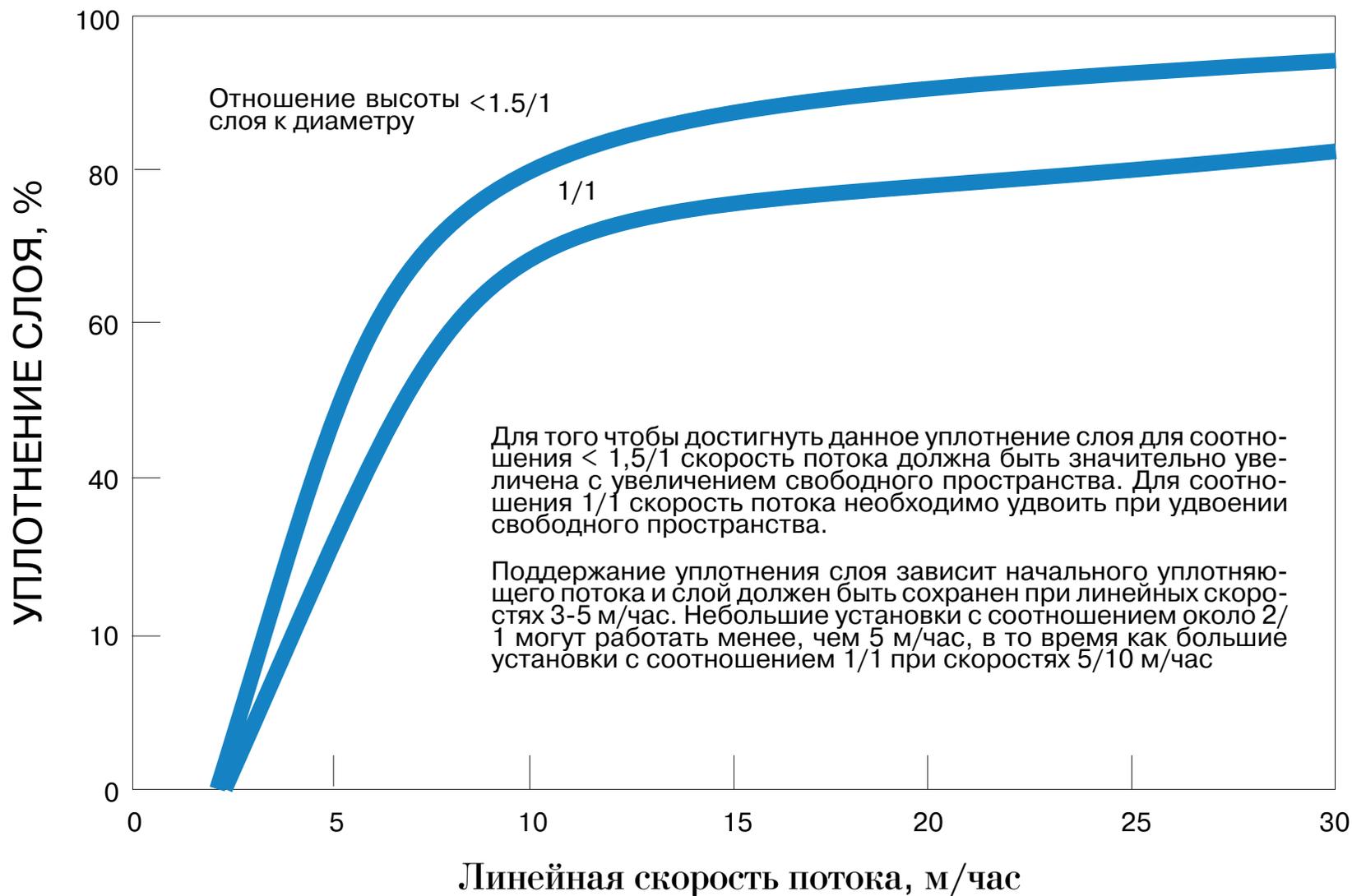


НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ УПЛОТНЯЮЩЕГО ПОТОКА ДЛЯ  
СМОЛ ПЬЮРОПАК А400, А500, А510 и А850В  
РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ФОРМЕ.

# НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ УПЛОТНЯЮЩЕГО ПОТОКА ДЛЯ СМОЛ ПЬЮРОПАК А100 В РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ФОРМЕ.

74



НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ УПЛОТНЯЮЩЕГО ПОТОКА ДЛЯ  
СМОЛ ПЬЮРОПАК А847 В РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ФОРМЕ.

Перепады давления на фильтрах пропорциональны высоте слоя смолы, линейной скорости и температуре воды, поступающей на фильтр. Графики на странице 77 показывают зависимость перепада давления и, кПа/метр высоты слоя смолы от линейной скорости при различных температурах

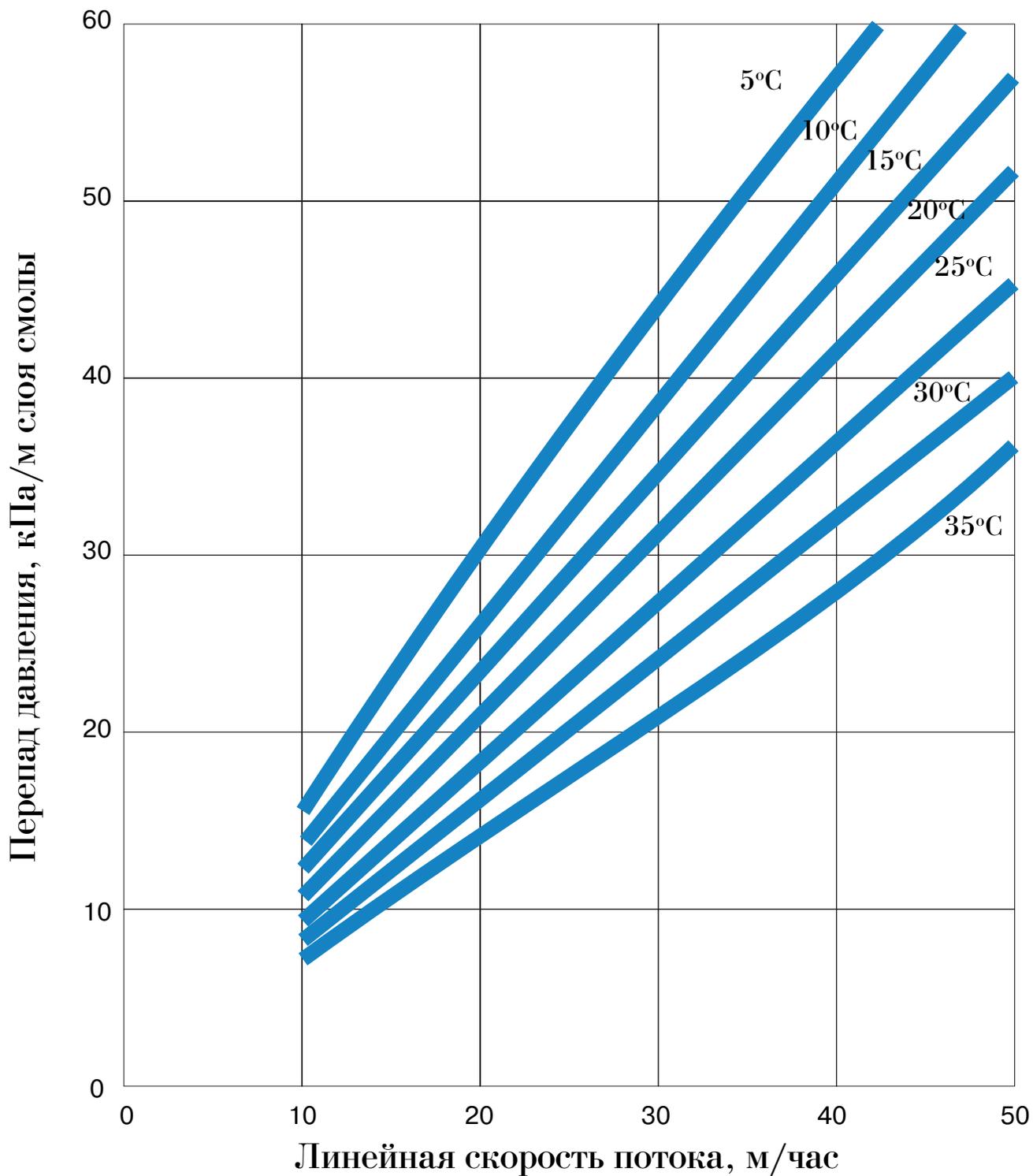
Максимально допустимые перепады давления на фильтре для различных типов смол перечислены ниже:

<b>Наименование смолы</b>	<b>Перепад давления, кПа</b>
<b>ПЬЮРОПАК С100, С100Н</b>	150
<b>ПЬЮРОПАК С150, С150Н</b>	200
<b>ПЬЮРОПАК С104</b>	120
<b>ПЬЮРОПАК А200, А400</b>	120
<b>ПЬЮРОПАК А500, А510</b>	120
<b>ПЬЮРОПАК А810</b>	120
<b>ПЬЮРОПАК А100, А847</b>	120

Эти максимальные величины перепадов давления значительно выше, значений, с которыми приходится сталкиваться при нормальной работе. Если нормальные рабочие перепады давления внезапно начинают расти и приближаются к максимально допустимым, причины такого роста должны быть выяснены немедленно.

Предсказанные величины перепадов давления могут быть уменьшены на стадии проектирования варьированием линейных скоростей и высот слоев смолы. Перепады давления могут увеличиваться при работе из-за накопления на смолах взвешенных частиц, поэтому необходимо справляться касательно этой проблемы в соответствующих разделах данного справочника.

## ДАННЫЕ ПО ПЕРЕПАДАМ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СМОЛ ПЬЮРОПАК



## Заполнение фильтров смолой.

Операция заполнения фильтров смолой включает в себя следующие стадии:

- Заполнение смолой емкости для взрыхляющей отмывки;
- Перегрузка смолы в рабочие фильтры;
- Загрузка в фильтры инертного материала;

### 1. $\text{Àì èì òù áçðùòëùrùáé î òì ùáèè.}$

См . также стр. 94.

Операция взрыхляющей отмывки катионита и анионита может производиться в одной и той же емкости для взрыхляющей отмывки (детализовку размеров см. на чертеже 1004 ). До определенного размера установок целесообразно проектировать отмывочную емкость, на полную загрузку фильтра, так чтобы проводить, взрыхляющую отмывку в одну стадию.

Предпочтительно иметь отмывочную емкость из полупрозрачного материала, так как это позволяет оператору водоподготовки контролировать уровень смолы в процессе взрыхления и осаждения. Градуировочные отметки по высоте емкости могут быть полезны для точного фиксирования оператором окончания операций взрыхляющей отмывки, осаждения, гидрорегуляции смолы в рабочий фильтр.

Если водоподготовительная установка имеет большие размеры, то по экономическим соображениям, емкость для взрыхляющей отмывки целесообразно иметь на половину загрузки смолы.

Емкость для взрыхления обеспечивается коническим днищем (см. чертеж 1004), что дает определенные преимущества по сравнению с плоскими днищами относительно полноты выгрузки из фильтра. Следовательно, снижается вероятность перекрестного загрязнения, что в свою очередь повышает качество очищенной воды. Однако следует уделять должное внимание не только конструкции конического днища, но и распределительному устройству воды для достижения однородности потока через взрыхляющую емкость.

### 2. $\text{Èçì áðáí èá î áúáì à òì î èù.}$

См. также стр.7, касающуюся ионных форм ионитов.

Процесс является аналогичным для всех типов смол, однако рекомендуется начинать с заполнения анионообменного фильтра анионитом, подавая его из емкости для взрыхления в верхнюю часть рабочего фильтра.

Уточнение уровней смолы к уровням смолы «в форме поставки» может быть произведено с помощью информации на стр. 79. Однако корректировка объема свободного пространства должно быть сделано (если это необходимо) после первичной двойной регенерации.

Количество смолы, которое должно быть отмыто, выбирается согласно тому, является ли отмывочная емкость достаточно большой, чтобы вместить всю, загрузку. Если это не так, то смола загружается в отмывочную емкость в два приема. Приблизительный объем смолы, загружаемой через верх отмывочной емкости после того, как достаточное количество воды было добавлено в эту же емкость для придания «текучести» смоле. Затем смола взрыхляется до расширения слоя на 50% и выдерживается в этом режиме

15 минут. Необходимые линейные скорости для этой операции можно подобрать для каждой конкретной смолы (см. стр. 81) с учетом зависимости от температуры взрыхляющей воды. **Оператор должен контролировать процесс взрыхляющей отмывки для того, чтобы не допустить потери смолы из-за превышения линейной скорости взрыхляющего потока.**

После взрыхляющей отмывки смоле позволяют осесть, дреннируют воду до уровня смолы и замеряют уровень смолы.

Если необходимо, подгоняется объем смолы, либо удаляя часть ее через нижний клапан взрыхляющей емкости, либо добавляя смолу. В каждом случае необходимо заново фиксировать объем смолы, как описано выше, после дополнительного взрыхления. (В случаях, когда смола только удаляется из фильтра, взрыхление необходимо только для того, чтобы проконтролировать уровень смолы). Если взрыхляющая емкость не имеет градуировочных отметок, объем смолы может быть оценен по объему загруженных мешков (и должен контролироваться в дальнейшем в рабочем фильтре).

После этих операций смола готова к перегрузке в рабочие ионообменные фильтры.

### 3. $\text{Ì áðááðòçèà òì î èù.}$

Как отмечалось выше, емкость для взрыхления конструируется с коническим днищем, которое делает более простой полноту перегрузки смолы в рабочие ионообменные фильтры по сравнению с емкостями с плоскими днищами, где полнота перегрузки затруднена.

Это означает, что предотвращается загрязнение внутри взрыхляющей емкости смолой, которая находилась в этой емкости в предыдущее взрыхление и уточняется объем перегружаемой смолы.

Смола перегружается через нижнее отверстие взрыхляющей емкости с помощью воды, подаваемой гидравлическим эжектором . (См. Инженерный раздел справочника). Смола подается в рабочий фильтр через верхний перегрузочный клапан, через распределительный лоток в виде перевернутой тарелки (см. чертеж 1003).

Такой способ перегрузки помогает поддерживать взрыхляющую шихту в классифицированном состоянии так как наиболее крупные частицы смолы со дна емкости для взрыхления попадают первыми в рабочий фильтр и оседают равномерно на дне рабочего фильтра. Распределительный лоток должен быть расположен выше, чем верхний уровень смолы и ниже, чем нижний уровень инертного материала (см. раздел о загрузке инертного материала).

Необходимо держать фильтр открытым, так как входящая смесь воды и смолы будет вытеснять находящуюся ранее в фильтре воду. Это необходимо организовывать для того, чтобы смола не обезвоживалась в процессе гидрорегуляции, так как воздух, захваченный шихтой при транспортировке.

в дальнейшем будет трудно удалить полностью из фильтра, так как он спроектирован с минимальным свободным пространством, в связи с чем невозможно сделать взрыхление всей шихты внутри рабочего фильтра, (воздух в объеме шихты может приводить к каналообразованию и следовательно к снижению рабочей емкости смолы). После того как вся смола из емкости для взрыхляющей отмывки будет перегружена важно промыть транспортные линии водой в течение 10 - 15 минут для гарантии полного вымывания смолы из трубопроводов.

После завершения перегрузки, для того чтобы выровнять поверхность смолы, ее необходимо прижать к верхней тарелке с колпачками и затем позволить ей осесть.

После завершения процесса оседания должна быть зафиксирована высота слоя и проверен объем смолы по высоте слоя и внутреннему диаметру, при этом свободное пространство над смолой должно согласоваться с данными следующей таблицы:

Смола ПЬЮРОПАК	Ионная форма при поставке	Тип смолы	Максимальное обратимое изменение объема смолы, %	Направление изменения объема смолы при истощении регенерированной формы	Рекомендуемый объем свободного пространства*, % от объема в форме поставки
C100 C100H	Натриевая Водородная	Сильноосновный катионит, гелевый	8	↑	16 10
C150 C150H	Натриевая Водородная	Сильноосновный катионит, макропористый	5	↓	14 10
C104	Водородная	Слабокислотный катионит	15	↑	22
A200	Хлоридная	Сильноосновный анионит, тип II, гелевый	12	↓	20
A510	Хлоридная	Сильноосновный анионит, тип II, макропористый	8	↓	16
A400	Хлоридная	Сильноосновный анионит, тип I, гелевый	15	↓	22
A500	Хлоридная	Сильноосновный анионит, тип I, макропористый	10	↓	18
A850	Хлоридная	Сильноосновный анионит, тип I, гелевый	10**	↓	25
A847	Свободное основание	Слабоосновный анионит, гелевый	20**	↑	32
A100	Свободное основание	Слабоосновный анионит, макропористый	15	↑	22

\* Эти значения относятся к 10% от объема полностью набухшего ионита в форме поставки. В реальной эксплуатации объем свободного пространства может изменяться в зависимости от того, в какой форме, истощенной или регенерированной, находится смола. Значения 5 - 15 % от объема полностью набухшего катионита в форме поставки являются допустимыми. В случаях, когда планируется оставлять фильтры после регенерации в режиме резерва, свободное пространство должно быть предусмотрено не более 5% во избежание перемешивания шихты (см. раздел Быстрая отмывка и рециркуляция). Если эти условия не могут быть выполнены, свяжитесь с ближайшим представительством Пьюролайт для консультации.

\*смолы Пьюропак А850, А847 являются полиакриловыми смолами и проявляют необратимое увеличение объема после первой регенерации, которое принимается во внимание при расчете рекомендуемых объемов свободного пространства для смол в форме поставки

### **Специальное примечание.**

Емкость для взрыхления и линии гидроперегрузки должны тщательно отмываться от остатков ионитов во избежание перекрестного загрязнения смол другими типами смол. Для этой цели емкость для взрыхления оборудуется специальной спринклерной системой.

### **4. Нагрузка инертного материала.**

Пьюропак IP4 является инертным полимером, слой которого плавают над загрузкой смолы. Одним из назначений его является защита колпачков верхнего распределительного устройства от мелочи и взвешенных веществ. Слой этого полимера служит также улучшению распределения регенерационных растворов, поступающих через верхнюю тарелку с колпачками.

Пьюропак IP4 загружается в верхнюю часть каждого рабочего фильтра. В двухкамерных фильтрах он загружается только в верхнюю камеру. Количество инертного материала зависит от диаметра фильтра, поэтому необходимо обращаться к рекомендациям, приведенным в разделе "Рекомендуемые высоты загрузок" (стр. 67), для правильного выбора объема инертного материала.

Инертный материал загружается после выполнения операции загрузки смолы. Расчетное количество инертного материала загружается в емкость для взрыхляющей отмывки, затем перегружается по тем же линиям гидроперегрузки, что и ионообменные смолы: из нижней части емкости для взрыхления в верхний клапан гидроперегрузки рабочего фильтра.

Так как инертный материал плавает в воде, количество воды в емкости взрыхления для обеспечения транспортировки его может быть минимальным.

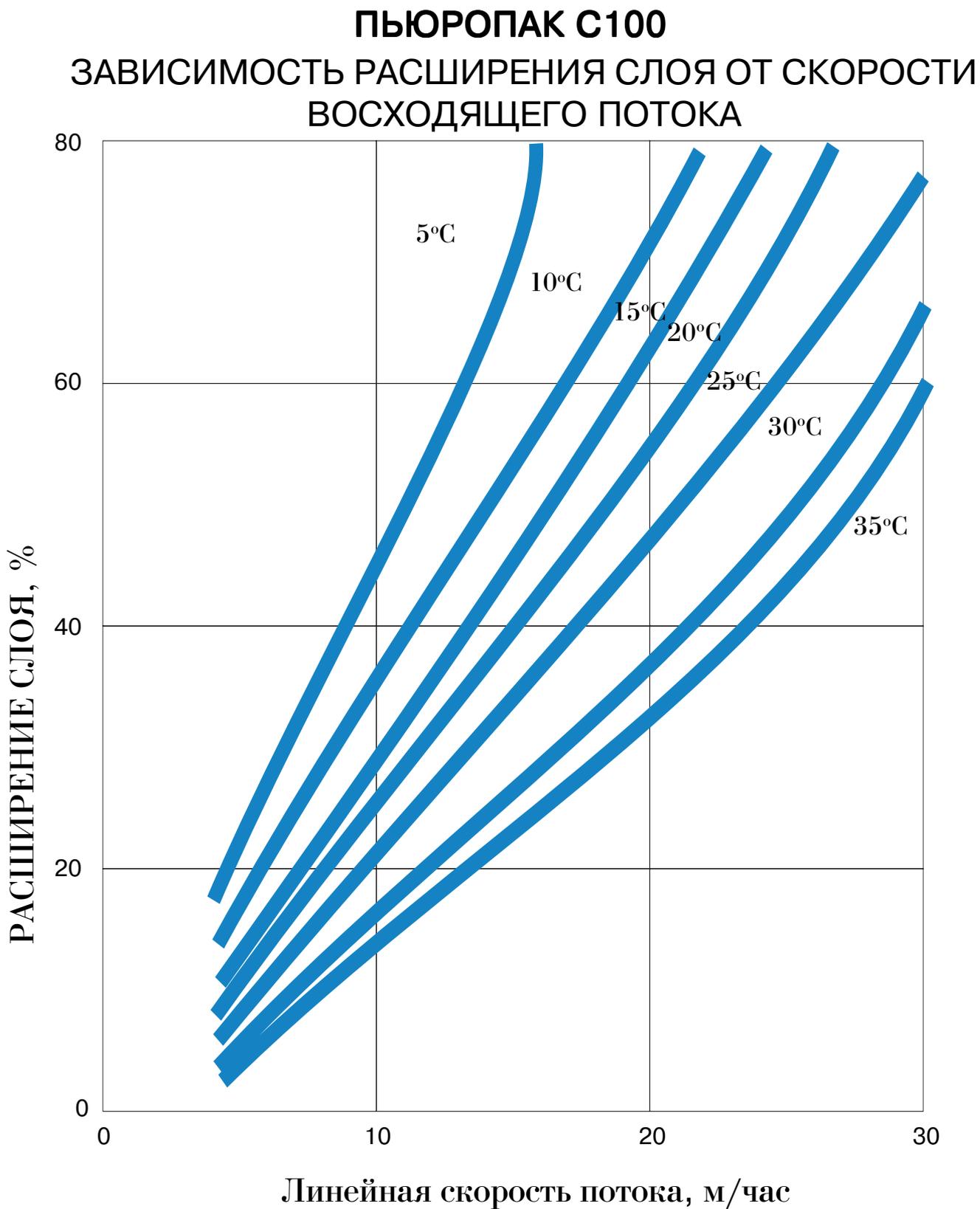
Важно, чтобы верхний распределительный лоток, находящийся на конце линии гидроперегрузки находился ниже инертного слоя (см. чертеж 1003), так как это предотвратит потери инертного материала при перегрузке смолы из рабочего фильтра в емкость для взрыхления.

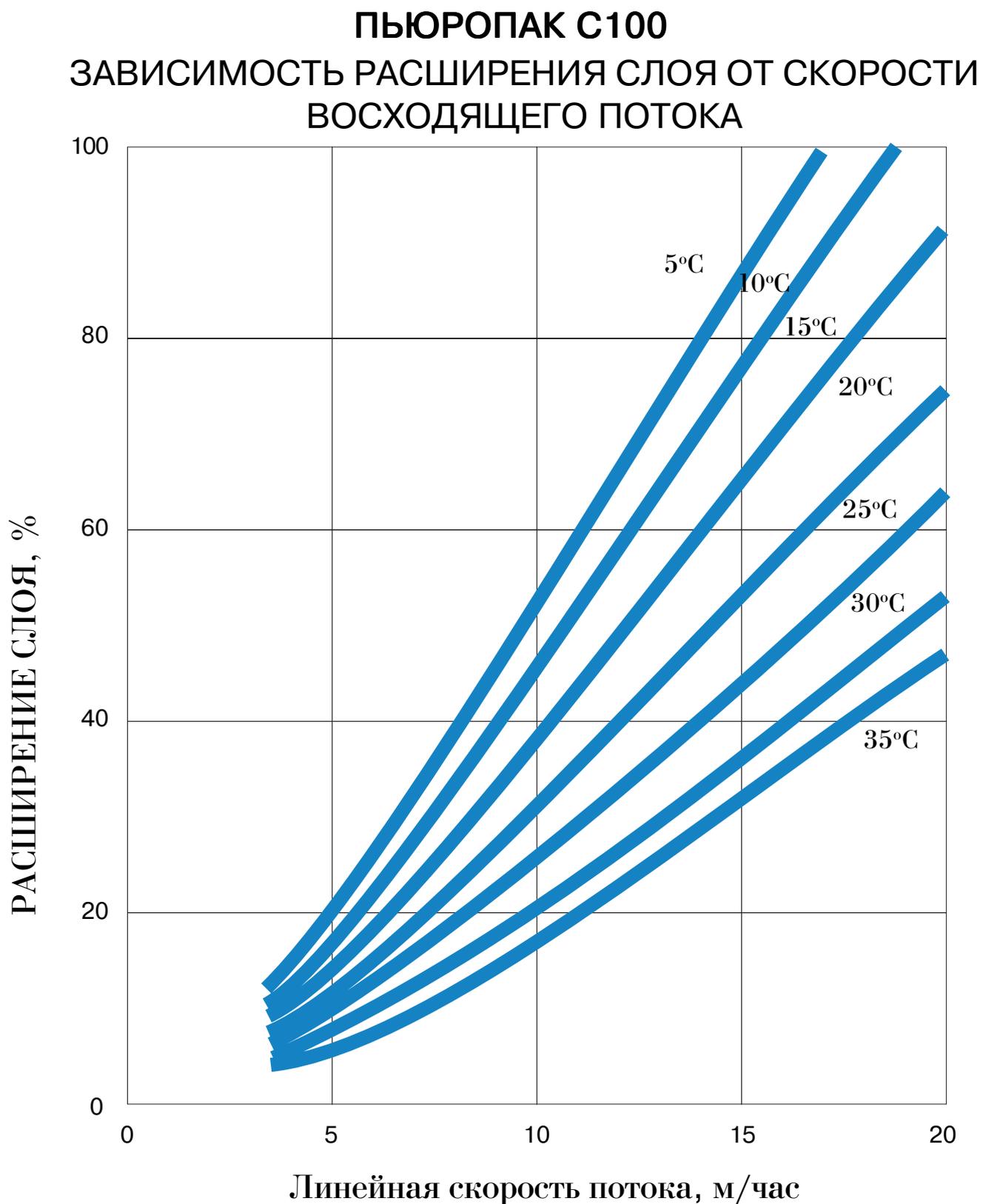
Уровень воды в рабочем фильтре должен быть сдренирован до уровня смолы перед началом загрузки инертного материала. В процессе загрузки инертного материала уровень воды поддерживается на уровне верхнего уровня смолы, для того, чтобы позволить IP4 осесть на поверхности смолы.

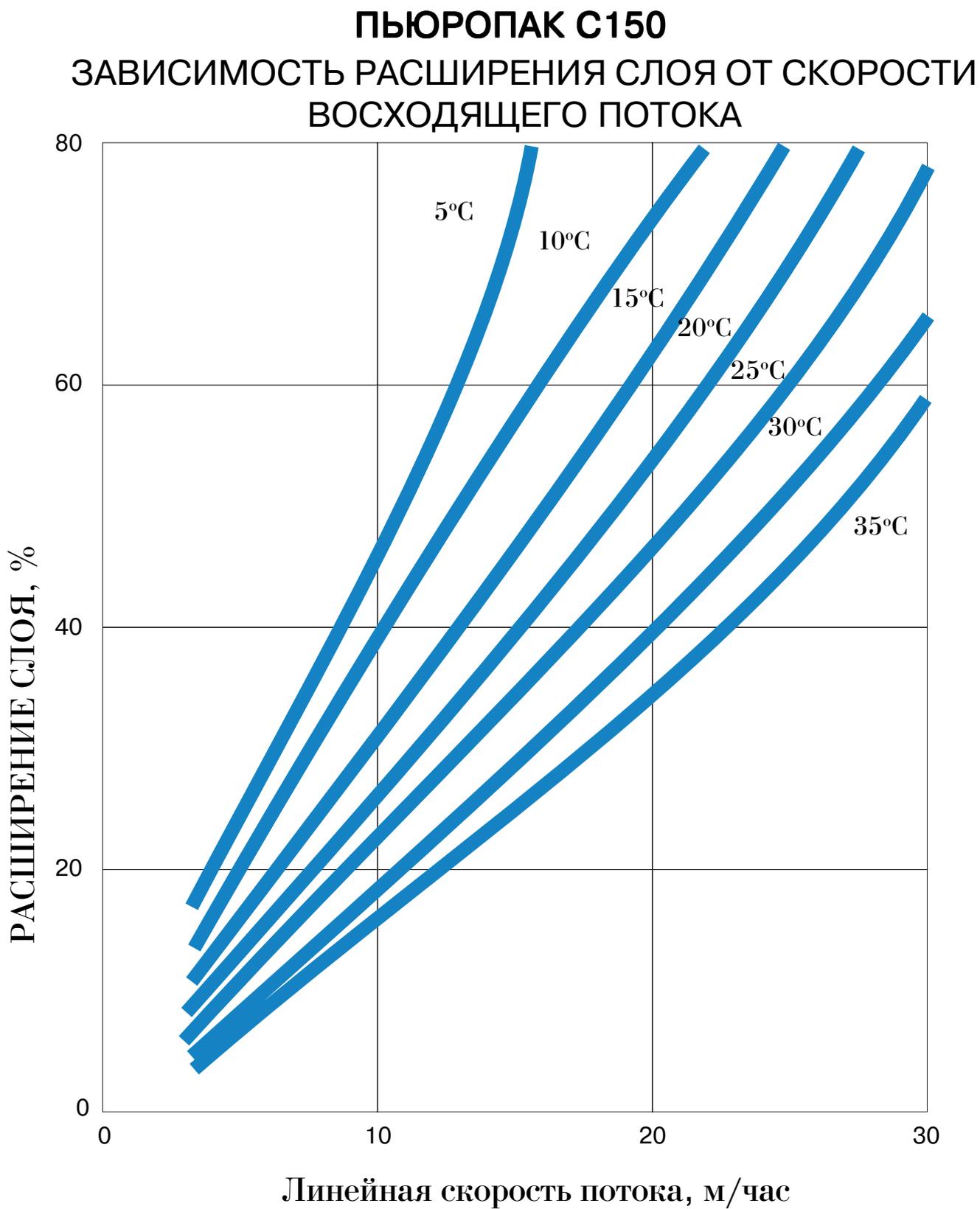
После того, как рабочий фильтр заполнен смолой и инертным материалом, он заполняется водой. Это заполнение должно всегда производиться с низкой скоростью снизу вверх, для того чтобы удалить весь воздух, который мог быть захвачен смолой в процессе гидроперегрузки ионита и инертного материала. Инертный материал при этом всплывает в верхнюю часть рабочего фильтра, и его высота слоя должна быть зафиксирована измерением через верхнее смотровое окно.

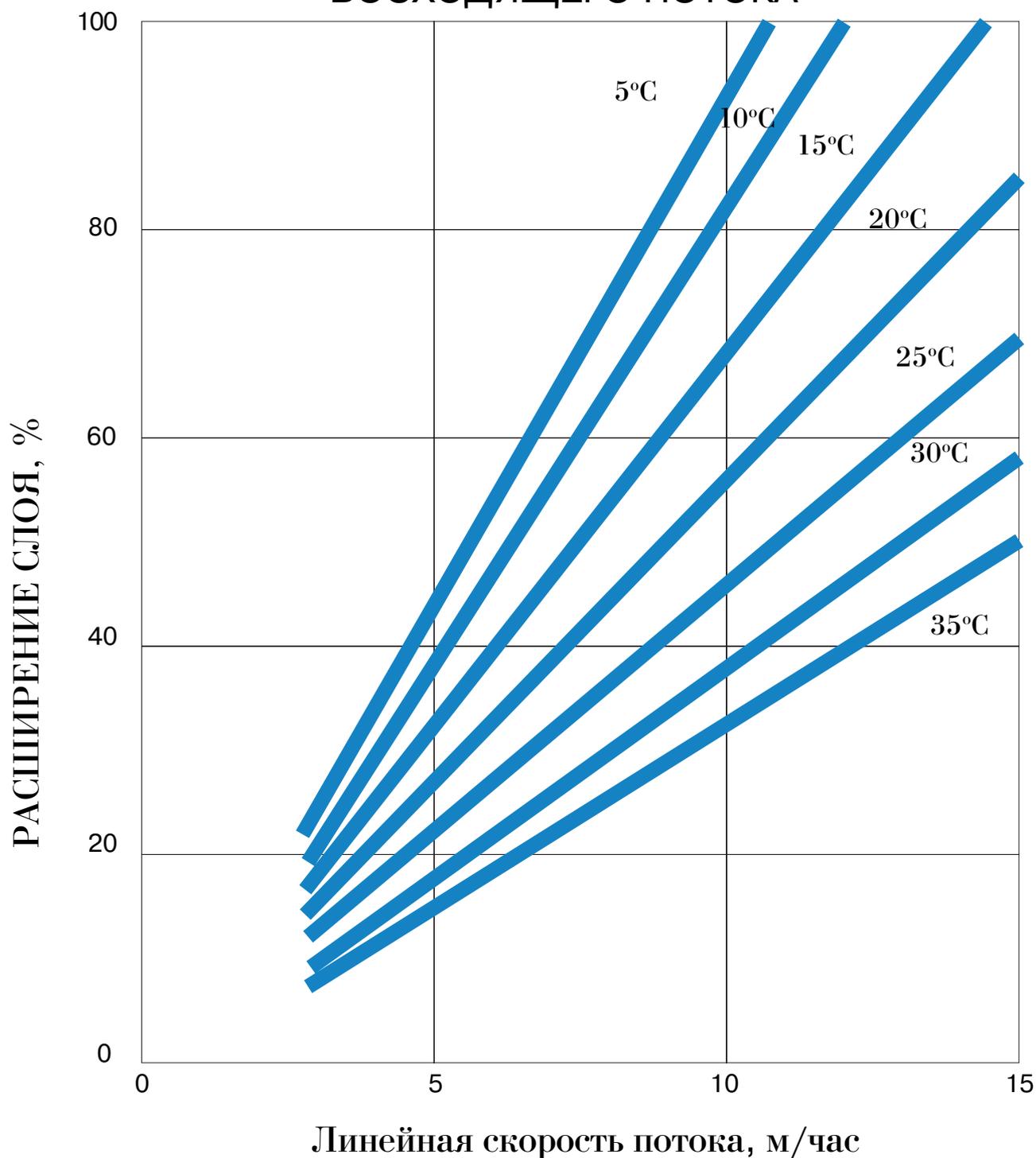
Смотровые окна должны быть расположены так, чтобы были видны нижняя граница слоя инертного материала, свободное пространство и верхняя граница слоя смолы в зажатом до минимума состоянии. (См. чертеж 1003).

**Зависимости расширения слоя смол  
от скорости восходящего потока**

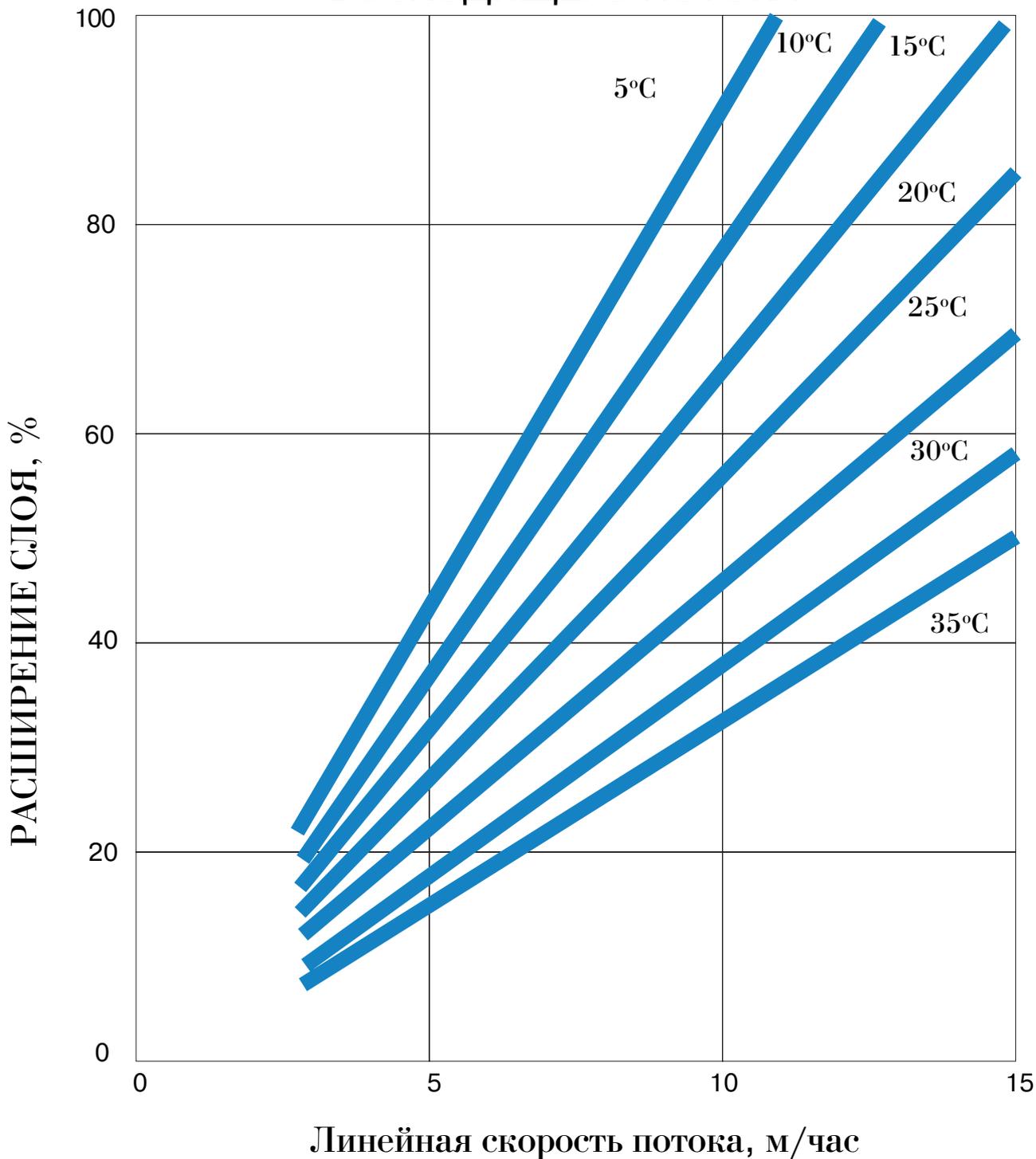




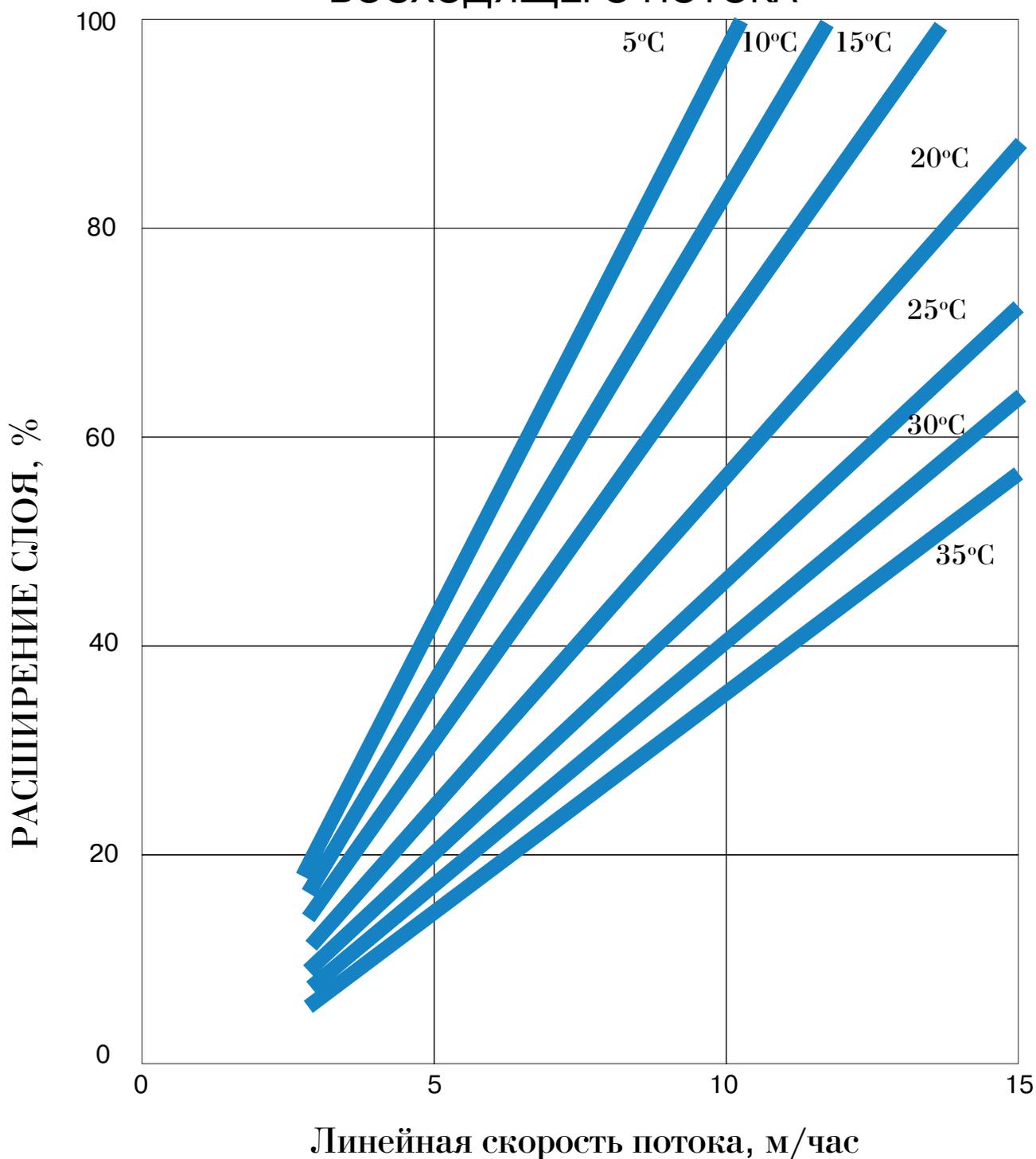


**ПЬЮРОПАК А400****ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА**

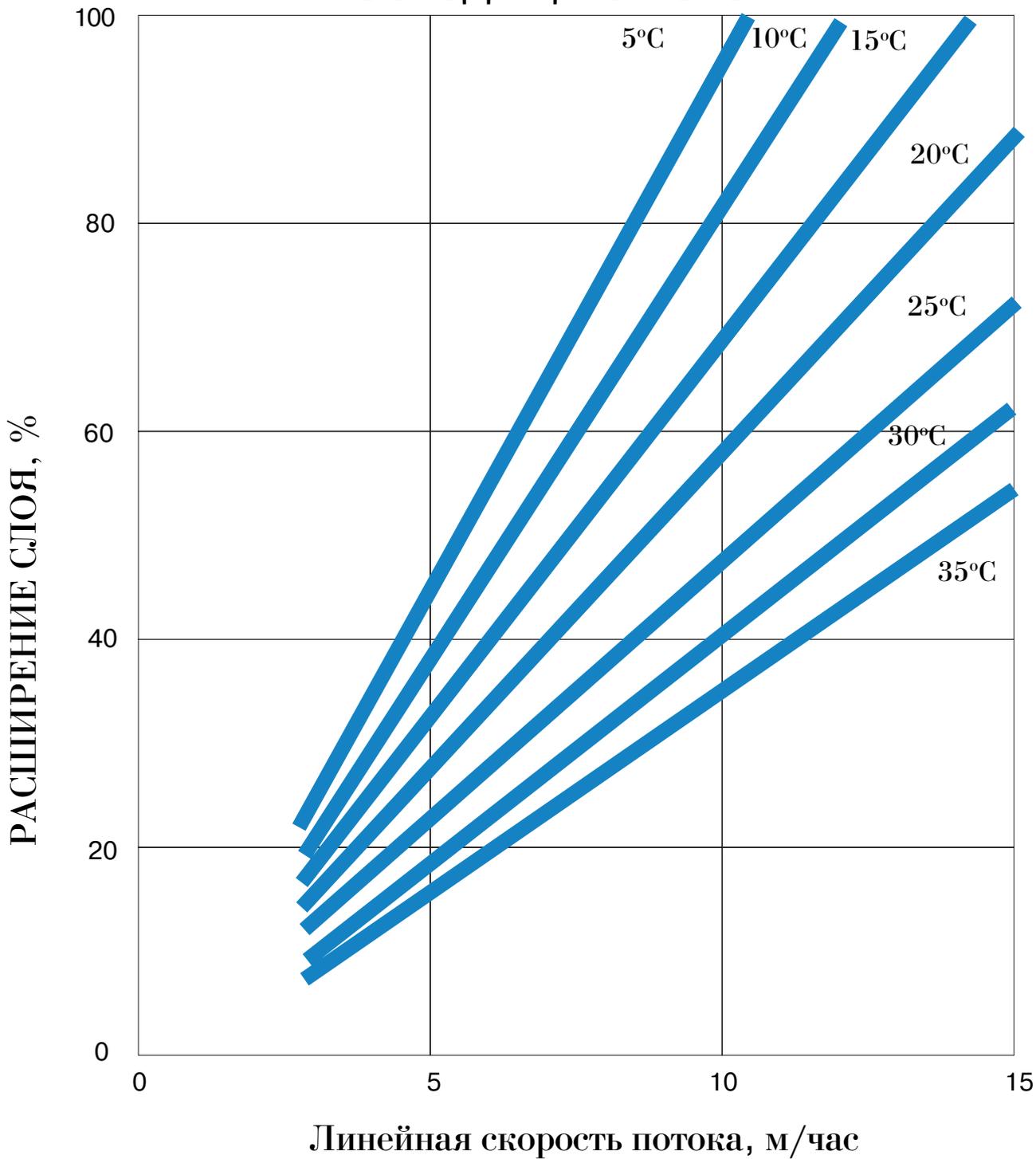
**ПЬЮРОПАК А200**  
**ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА**



**ПЬЮРОПАК А500**  
**ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА**

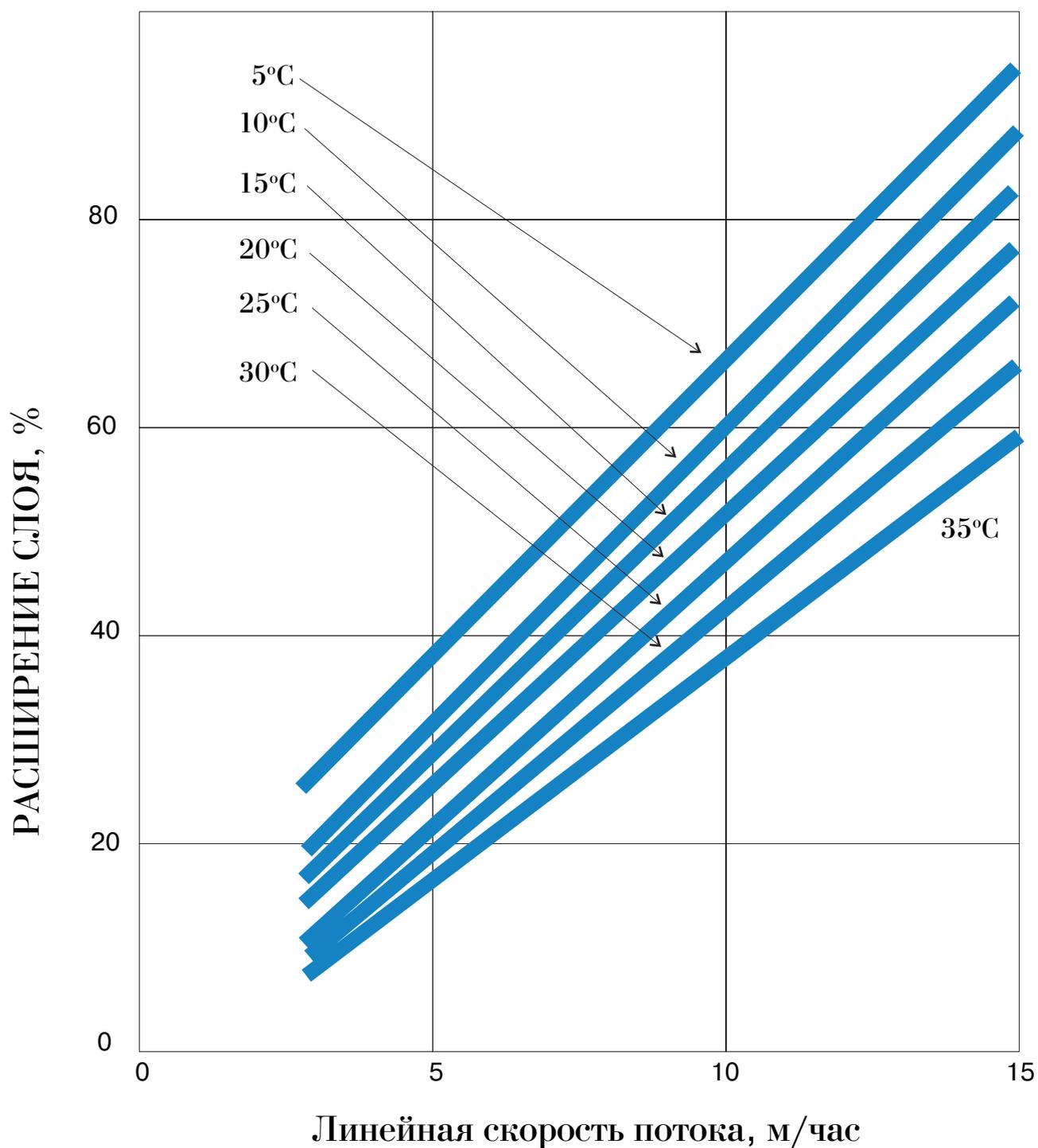


**ПЬЮРОПАК А510**  
**ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА**



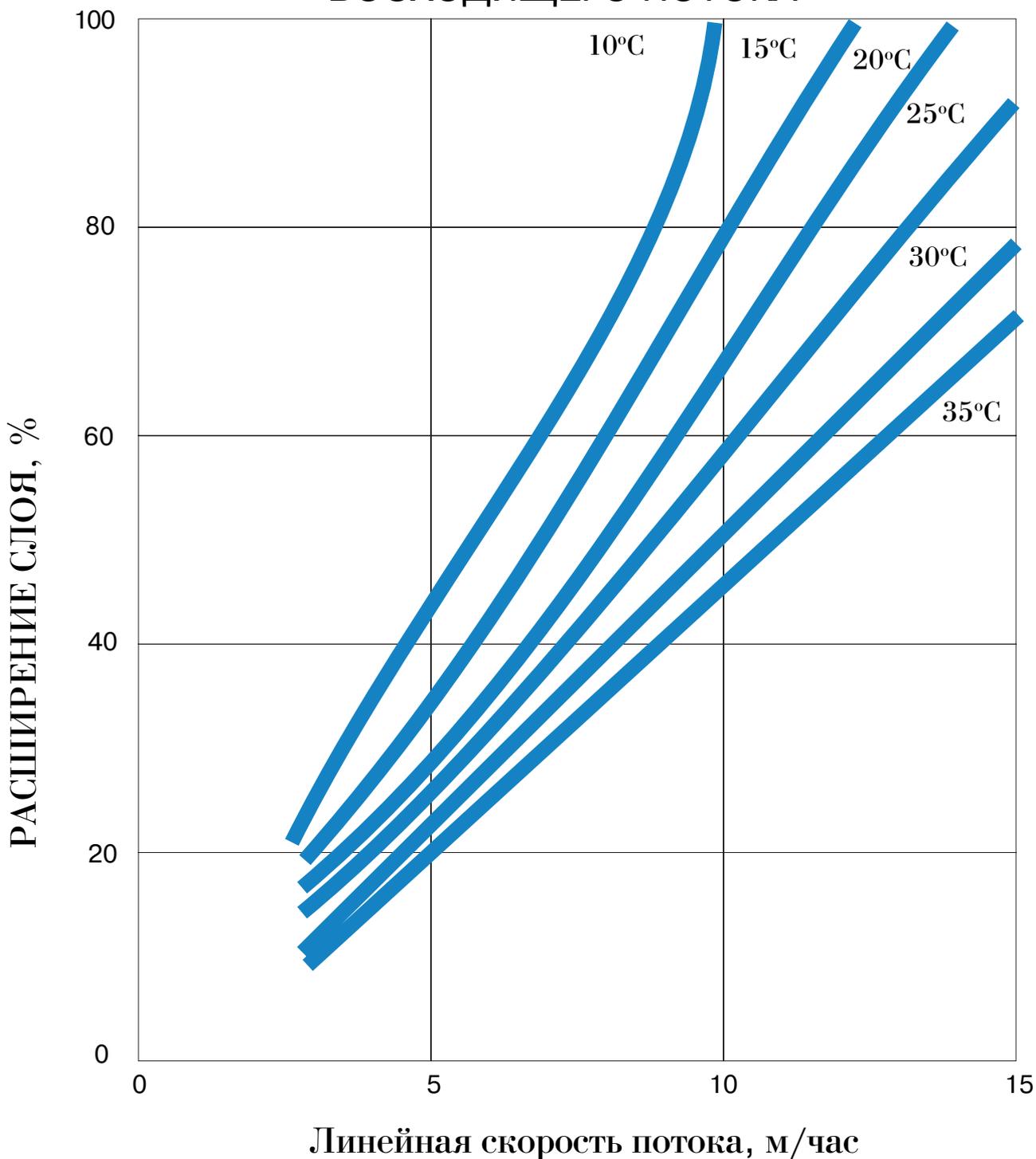
## ПЬЮРОПАК А850

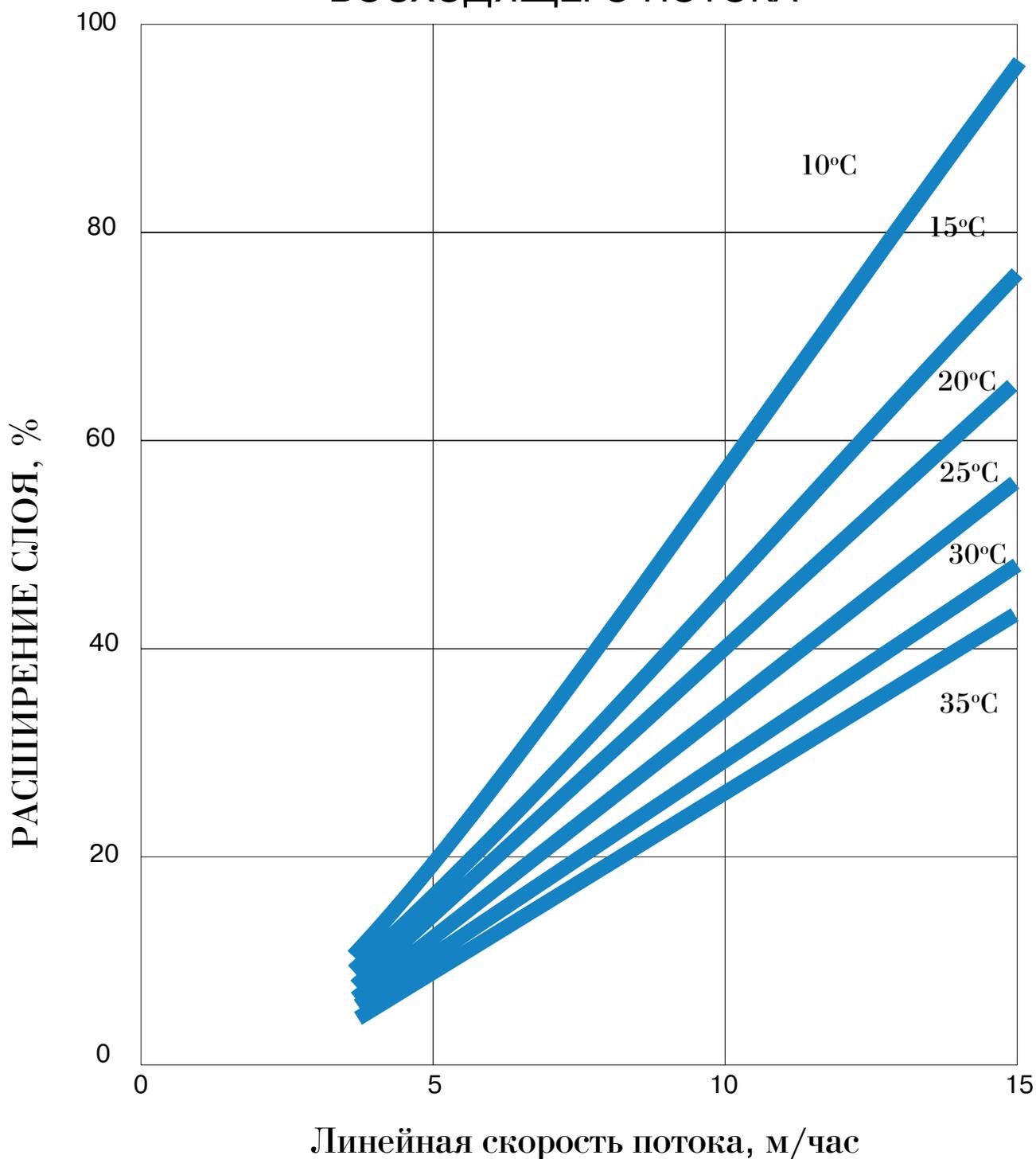
### ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА



### ПЬЮРОПАК А100

#### ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА



**ПЬЮРОПАК А510****ЗАВИСИМОСТЬ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ ОТ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА**

## Инженерный раздел

### Рабочие чертежи

Для того, чтобы помочь проектантам и эксплуатационному персоналу понять конструкцию ПЬЮРОПАК, Пьюролайт разработал следующие стандартные чертежи, целью которых является демонстрация схемы установки. Эти чертежи являются основой, но так как они были разработаны в CAD (автоматическое компьютерное проектирование) программе, и по требованию могут быть переданы клиенту в CAD-формате.

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1001

Это принципиальная схема расположения оборудования цепочки: Катионитовый фильтр – Декарбонизатор (атмосферный) -Анионитовый фильтр. На схеме показаны все клапаны основного процесса и необходимое оборудование расположенное вокруг рабочих фильтров (обвязка фильтров).

Для наглядности изображена одна цепочка фильтров. Однако система может работать как установка с несколькими цепочками.

Оборудование системы регенерации не детализовано, так как Пьюролайт считает, что проектные компании в праве выбирать конструкцию узла регенерации по своему усмотрению для обеспечения точного расхода и концентрации регенеранта. Некоторые компании предпочитают системы с предварительным разбавлением регенерантов в баках, другие предпочитают схемы с постоянным разбавлением или эжекционный ввод регенератов через узлы смешения. Любые из них могут быть использованы в схеме, если они обеспечивают условия регенерации, приведенные в данном справочнике.

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1002

Это принципиальная схема расположения оборудования: Катионитовый фильтр – Анионитовый фильтр без использования атмосферного декарбонизатора. На схеме показаны все клапаны основного процесса и необходимое оборудование, расположенное вокруг рабочих фильтров (обвязка фильтров).

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1003

Этот чертеж показывает принципиальную конструкцию рабочего фильтра ПЬЮРОПАК. В таблице даны следующие размеры фильтра: диаметр, максимальный и минимальный объем смолы, и максимальная и минимальная скорость потока при работе фильтра. Показаны также объем плавающего инертного материала и размеры основных штуцеров.

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1004

Этот чертеж показывает принципиальную конструкцию для взрыхления ПЬЮРОПАК. Имеются две разновидности конструкции, названные Тип 1 и Тип 2

В таблице даны диаметры емкости и размеры высот емкостей и соответствующие объемы смол, которые могут быть отмыты в этих емкостях. Для небольших систем загрузка может быть целиком перегружена в емкость для взрыхления. В больших системах 50% загрузки может быть перегружено в емкость для взрыхления, а остальная часть может быть отмыта в рабочем фильтре

Для проектных организаций, нуждающихся в детальной

проработке принципиальных схем, Пьюролайт может предоставить по их запросу более детальные рабочие чертежи для изготовления емкостей взрыхления ПЬЮРОПАК (чертеж Пьюропак 1005). Эти чертежи были выполнены для Пьюролайт ведущей конструкторской компанией-разработчиком оборудования Великобритании.

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1006

Этот чертеж изображает в деталях колпачки ПЬЮРОПАК, используемые в верхней колпачковой тарелке рабочего фильтра, которая служит для сбора восходящего потока фильтруемой воды при работе и отмывочной воды при быстрой отмывки, а также для распределения регенерационных растворов и отмывочной воды через загрузку при нисходящем потоке.

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1007

Это детализованный чертеж колпачков ПЬЮРОПАК, используемых на нижней колпачковой тарелке для распределения входящей в фильтр воды при работе и для сбора регенерационных растворов и отмывочной воды при регенерации.

#### Чертеж ПЬЮРОПАК 1008

Это детализованный чертеж нижней распределительной системы для емкостей взрыхления Типа 1 и Типа 2.

#### Колпачковая система ПЬЮРОПАК для рабочих фильтров

Одним из критических моментов ионообменных установок являются конструкции сборно-распределительных систем. С этими системами связаны трудности гарантии того, что система будет работать одинаково эффективно как при высоких скоростях фильтрования, так и при низких. Пьюролайт предпринял определенные усилия в изучении требований к системам с точки зрения гидравлики для обеспечения наилучших характеристик при малых и больших диаметрах фильтров. Во всех случаях размеры щелей выбраны удовлетворяющими гранулометрическому составу смол класса ПЬЮРОПАК.

#### Нижняя распределительная система рабочих фильтров ПЬЮРОПАК

Пьюролайт рекомендует оснащать нижнюю колпачковую тарелку двусторонними колпачками ПЬЮРОПАК. Колпачки, расположенные на нижней стороне тарелки, будут служить окончательной защитой фильтра при подключении в работу и дополнение к колпачкам, расположенным на вершине тарелки.

Количество колпачков, размер щелей и отверстий были выбраны с целью обеспечения оптимального перепада давления для широкого диапазона скоростей потоков при использовании восходящего потока через рабочий фильтр ПЬЮРОПАК.

Внутри колпачков имеются шариковые клапаны, которые остаются полностью открытыми в процессе распределения высокоскоростного восходящего потока через загрузку. Однако во время ввода регенерантов и во время медленной вытесняющей отмывки шарик падает в нижнее положение из-за нисходящего направления потока регенеранта/воды, частично уменьшая щели колпачка. Это ограничение будет гарантировать оптимальный перепад давления для достижения равномерности сбора потока по площади нижней колпачковой тарелки во время регенерации и медленной отмывки.

### Верхняя распределительная система

Колпачки, расположенные на верхней тарелке направлены вниз и находятся в контакте с инертным материалом. Они предназначены для сбора обработанной воды в процессе рабочего фильтрования и при окончательной скоростной отмывке во время регенерации. Они также для равномерного распределения через все сечение загрузки смолы регенеранта и медленного потока отмывочной воды во время регенерации.

Для этой цели Пьюролайт рекомендует другой тип колпачков с внутренними клапанами устроенными таким образом, чтобы максимальная пропускная площадь колпачков была подходящей для параметров восходящего потока. Однако при работе в нисходящем потоке часть пропускной площади щелей колпачков блокируется. Это обеспечивает более низкие скорости для регенерантов и воды для вытесняющей отмывки. Таким образом создается исключительный распределительный профиль, который далее поддерживается работой инертного слоя.

Некоторые проектные и наладочные компании могут иметь свой собственный опыт по конструкции колпачковых систем, удовлетворяющих системе ПЬЮРОПАК. Однако компаниями, нуждающимися в дополнительном содействии, колпачки, описанные выше, могут быть получены через Пьюролайт в соответствии с конструкцией Пьюролайт.

В зависимости от положения в фильтре и от того, какие регенеранты будут использованы в схеме, колпачки ПЬЮРОПАК имеют цветную маркировку для идентификации и имеют логотип Пьюролайт.

Колпачки нижней тарелки	- зеленый
Система с соляной кислотой для сильно и слабокислотных катионитов	- желтый
Система с серной кислотой для сильнокислотных катионитов	- красный
Система с серной кислотой для слабокислотных катионитов	- розовый
Система с едким натром для сильноосновных анионитов	- ярко голубой
Система с едким натром для слабоосновных анионитов	- бледно-голубой

Эта цветная кодировка гарантирует правильность выбора и установки колпачков для обеспечения оптимальных условий сбора и распределения потоков в фильтре.

Для нормальных условий рекомендуется плотность расположения колпачков 70 шт./м<sup>2</sup> площади тарелки.

Подробная информация о конструкции колпачковой тарелки может быть получена в региональных офисах Пьюролайт.

### Емкость для взрыхления

Емкость для взрыхления ПЬЮРОПАК является одной из основных частей системы ПЬЮРОПАК, особенно в случаях, когда на загрузках фильтров предположительно будет накапливаться большое количество взвешенных веществ.

Обычно рекомендуется использовать одну общую емкость для выносного взрыхления катионита и анионита в цепочке ПЬЮРОПАК.

Размер емкости для взрыхления должен обеспечивать, по крайней мере, взрыхление 50% от наибольшей загрузки в цепочке ПЬЮРОПАК. Для небольших установок объем емкости для взрыхления должен позволять обработать целиком наибольшую загрузку в цепочке ПЬЮРОПАК. Размеры емкости для взрыхления даны на чертеже Пьюропак 1004.

Емкость для взрыхления может быть изготовлена из прозрачного пластика и градуировка на стенках емкости должна позволять контролировать степень заполнения емкости. Эта мера гарантирует точность перегрузки в или из емкости для взрыхления и помогает при первичной загрузке рабочих фильтров ПЬЮРОПАК

Емкость для взрыхления показана полностью с внутренними распределительными системами и взрыхляющими сборными воронками. Перегрузка из емкости для взрыхления осуществляется гидравлическим эжектором, а подбор клапанов и расходомеров позволяет точно установить скорость взрыхления и скорость потока при перегрузке.

Пьюролайт представляет себе важность обеспечения полноты перегрузки всей смолы из емкости для взрыхления и содержание ее в полной чистоте во время, когда она не используется. Емкость должна быть обеспечена отмывочными соплами, расположенными ниже сборного коллектора для взрыхления, таким образом гарантируя, что ни одно зерно смолы не останется на стенках емкости или в распределительной системе. Емкость также должна быть обеспечена крышкой, полностью закрывающей отверстие, с целью предотвратить попадание какого-либо мусора в емкость, когда она не используется.

### Перегрузка смолы

Достижение хорошей перегрузки смолы в и из рабочего фильтра ПЬЮРОПАК в емкость для взрыхления ПЬЮРОПАК является важным фактором для достижения и поддержания хорошей и безотказной работы. Ряд важных моментов, общих для всех систем, определен ниже:

- размеры трубопроводов и скорости транспортировки должны быть в таких пределах, чтобы обеспечить легкое и эффективное движение потока смолы из рабочего фильтра в емкость для взрыхления;
- перегрузка смолы должна осуществляться с использованием обессоленной воды, как для катионита, так и для анионита. Однако, в момент, когда установка смонтирована, но обессоленной воды еще нет, первым должен быть загружен катионит, а полученная катионированная вода должна быть использована для загрузки анионита и для первичной регенерации анионита;
- наиболее выгодно располагать емкость для взрыхления как можно ближе к рабочим фильтрам ПЬЮРОПАК. Трубопроводы линии перегрузки от рабочих фильтров к емкости взрыхления должны быть объединены в общий коллектор. Однако с целью сокращения стоимости установки путем сокращения трубопроводов и задвижек, а также для сокращения тупиковых зон, в которых может застаиваться смола, могут быть использованы шланги или гибкие трубы между трубопроводами;
- Для обеспечения свободного движения смолы по трубопроводам рекомендуется, чтобы на трубопроводах, предназначенных для транспортировки смолы, не было резких перегибов и количество арматуры (включая фланцы) было минимальным. Это особенно важно в случаях, когда для транспортировки катионита и анионита используются одни и те же трубопроводы, так как смола оставшаяся в трубопроводе может стать причиной сильного загрязнения смолы, транспортируемой по этому трубопроводу позже. В случаях неизбежного использования длинных трубопроводов должны быть запланированы специальные меры для промывки трубопроводов;
- Трубопроводы и скорости транспортировки должны быть рассчитаны таким образом, чтобы обеспечить, линейную скорость транспортировки приблизительно 3 м/сек. Однако, независимо от выбранной скорости транспортировки, рекомендуется иметь все трубопроводы гидрперегрузки диаметром не менее 50 мм для предотвращения забивания;
- Смола будет нормально перемещаться в водной суспензии с соотношением 1:1, но подача воды должна быть продолжена даже после того, как вся смола будет перемещена в пункт назначения, для гарантии полной очистки трубопроводов. Выбор арматуры тоже важен в этом отношении. Предпочтительны шаровые клапаны с полным проходным сечением или им подобные, так как они не препятствуют свободному прохождению потока смолы;
- Задвижки на рабочих фильтрах ПЬЮРОПАК должны быть расположены как можно ближе к выходному штуцеру фильтра;
- Для облегчения перемещения смолы должны быть запроектированы верхняя и нижняя ручные задвижки подачи воды в рабочие фильтры ПЬЮРОПАК, а также три штуцера подачи воды в емкость для взрыхления ПЬЮРОПАК;
- Точный расчет должен быть выполнен для насосов обессоленной воды, подающих воду для регенерации и транспортировки смолы. Их мощность должна быть достаточной для преодоления всех статических и гидравлических сопротивлений. Давление движущейся воды в эжекторе транспортировки смолы должно быть также достаточным для создания необходимого давления для перегрузки в большие фильтры;
- Могут быть использованы альтернативные методы перегрузки смолы, однако простое перекачивание насосами должно быть исключено, так как этот способ представляет потенциальную опасность для целостности зерен смолы, что в свою очередь может привести к повышению перепадов давления и проблемам распределения потоков в рабочих фильтрах;

### Ловушки смолы

Рабочие фильтры ПЬЮРОПАК снабжены двухсторонними колпачками на нижней колпачковой тарелке. Колпачки с нижней стороны тарелки выполняют двойную функцию. Они несут определенную нагрузку по защите распределительных колпачков на верхней стороне тарелки, предотвращая забивание взвесями, а также действуют как обычные ловушки смолы, предотвращая проникновение смолы в пространство под нижней тарелкой в случае поломки верхней части колпачка во время нисходящего регенерационного потока. Во время рабочего фильтрования они предотвращают возможное проникновение смолы с восходящим рабочим потоком из предыдущих фильтров.

В случае необходимости, по требованию заказчика или эксплуатации может быть рассмотрен вариант с установкой дополнительных ловушек на потоке за каждым рабочим фильтром ПЬЮРОПАК.

### Картриджные предфильтры

На чертежах Пьюропак 1001 и 1002 показаны варианты с расположением картриджного предфильтра перед катионитовым фильтром ПЬЮРОПАК.

Все системы с зажатыми слоями лучше работают на воде не содержащей взвешенных веществ, и вопрос допустимой нагрузки по взвешенным веществам был детально рассмотрен ранее в этом справочнике. Однако, если качество исходной воды гарантирует содержание взвешен-

ных частиц в пределах нормативных значений для системы ПЬЮРОПАК, тогда предварительная фильтрация может быть исключена из схемы, а некоторое несистематическое увеличение содержания взвешенных веществ может быть преодолено с помощью емкости для взрыхления

## Небольшие системы ПЬЮРОПАК

Чертежи ПЬЮРОПАК охватывают диапазон диаметров рабочих фильтров ПЬЮРОПАК от 600 до 3600 мм и мы полагаем, что такие фильтры могут быть выполнены из стали подходящей для рабочих условий толщины. Системы ПЬЮРОПАК могут быть также адаптированы для установок меньшего масштаба, а следующие замечания могут стать руководством для их изготовления

Ионообменные установки меньших масштабов предлагаются на рынке, в основном, выполненными из пластика. Производители таких установок могут изготавливать фильтры по специальным техническим условиям заказчика с учетом требований по размещению штуцеров и с установкой колпачковых тарелок внутри фильтра. Однако стоимость таких заказов может быть выше по сравнению со стоимостью фильтров со стандартными распределительными системами, широко применяемыми на рынке.

Системы ПЬЮРОПАК могут быть разработаны и с использованием лучевой системы. Однако основой для конструирования должно быть требование выполнения условий эффективного сбора и распределения потоков, удовлетворяющих техническим показателям, изложенным в этом справочнике.

Такие модификации конструкции будут требовать специального размещения и размеров щелей на лучевой системе, также установления боковых перегородок с целью обеспечить максимальную эффективность распределения рабочих и регенерационных потоков.

При рассмотрении таких систем необходимо уделять внимание тому, чтобы верхняя распределительная система была полностью покрыта плавающим инертным материалом ПЬЮРОПАК для обеспечения однородности сбора и распределения потока. Мертвое пространство в основании фильтра должно быть минимизировано для того, чтобы вся смола находилась в контакте с регенерантом, и в то же время не было застоя регенерационных растворов.

Для детализации подобных проектов рекомендуем консультироваться в региональных представительствах Пьюролайт.

## Реконструкция существующих фильтров

Возможна реконструкция существующих прямооточных фильтров под конструкцию ПЬЮРОПАК.

Во многих случаях невозможно произвести реконструкцию фильтра со врезкой верхней колпачковой тарелки. В этом случае должен рассматриваться вариант с использованием лучевой системы.

Нижняя распределительная система может также потребовать реконструкции.

Так как каждая установка может иметь специфические особенности, рекомендуем консультироваться в региональных представительствах Пьюролайт для проведения благоприятной реконструкции.

## Процесс рециркуляции (рециркуляционный насос ПЬЮРОПАК)

В системах ПЬЮРОПАК рекомендуется устанавливать рециркуляционный насос между катионитовым и анионитовым фильтрами. Этот насос выполняет три функции.

- Способствует экономии воды на последней стадии отмывки после регенерации, путем доведения до параметров окончания отмывки рециркуляцией;
- рециркуляция способствует доведению качества фильтрата до включения в рабочую линию в процессе подключения только что отрегенированного фильтра или фильтра, находившегося в резерве, в работу. Такая рециркуляция может быть включена в логическую схему автоматического управления процессом фильтрования;
- В случае, когда производительность фильтров выше потребности или, когда баки обессоленной воды переполнены, обессоливающая установка может быть остановлена. Циркуляционные насосы ПЬЮРОПАК в этом случае поддерживают минимальный расход через фильеры и сохраняют смолу в “зажатом” состоянии;

Путем объединения точного порядка включения и выключения насоса в схему управления процессом фильтрования достигается правильное выполнение операций поддержания смолы в верхнем “зажатом” положении и соблюдение технологических характеристик при подключении фильтра в работу.

В случае, когда в схему обессоливания включен декарбонизатор, требуется особая осторожность в размещении и контроле рециркуляции для обеспечения адекватности в низкой потребности обработанной воды.

Могут быть рассмотрены альтернативные схемы рециркуляционной отмывки.

## Общая информация по обессоливающим установкам

### Требования к качеству

Теоретически максимальные фильтроциклы и производительности достигаются тогда, когда два фильтра или смесь катионита и анионита истощается одновременно. Однако, на практике это трудно достигается или не достигается вовсе.

В общем случае аниониты являются менее стабильными, чем катиониты по следующим причинам:

- Меньший срок службы и меньшая термостойкость;
- Ухудшение производительности в результате загрязнения органикой;
- Изменение кинетики обмена в результате загрязнения органикой;
- Изменение кинетики при увеличении числа слабоосновных групп;
- Снижение располагаемой обменной емкости из-за загрязнения кремниевой кислотой;
- Ухудшение отмывочных характеристик;
- Недостаточная регенерация (или другие технологические причины);
- Влияние осадков, выпадающих из-за чрезмерной жесткости воды;

Существуют также причины, по которым со временем происходит ухудшение емкости катионитов:

- Наличие в исходной воде окислителей;
- Загрязнение железом;
- Загрязнение вносимыми с исходной водой детергентами, полиэлектролитами, маслом и хлопьями;
- Недостаточная регенерация (или другие технологические причины);

На практике в подавляющем большинстве случаев обессоливающие установки работают на основе “нормирования катионов”.

Хорошо доказанные преимущества “нормирования по катионам”

- Простота контроля окончания фильтроцикла по электропроводимости;
- Хорошее удаление кремниевой кислоты благодаря высокой степени регенерации анионита;
- Хорошее удаление хлоридов и сульфатов в начальной стадии процесса;
- Снижение температурной зависимости, так как содержание кремниевой кислоты не является лимитирующим фактором;
- Незначительное загрязнение анионитов органикой из-за установленной высокой степени регенерации;
- Высокая кинетика анионного обмена благодаря низкой загрязняемости анионитов (по крайней мере, в начале эксплуатации);
- Гарантия стабильных рабочих характеристик даже при частичной деградации анионита;
- Сохранение проектной производительности для длительного периода работы вплоть до замены анионита по причине деградации

- Если заданной величиной для окончания фильтроцикла является проскок натрия, удельный расход регенеранта является высоким, то возможно получение обессоленной воды очень высокого качества
- Низкая стоимость, надежность и возможность использования электропроводимости для контроля процесса обессоливания по сравнению с контролем кремниевой кислоты.

### Потенциальные преимущества “нормирования по анионам”

- Регенерируемый до высокой степени катионит гарантирует высочайшее качество обессоленной воды, так как проскок натрия сохраняется на минимальном уровне;
- Анионный обмен является процессом нейтрализации, потому что проскок анионов естественно ниже, так как анионная селективность относительно гидроксил-ионов является более высокой, чем катионная селективность относительно водородного иона. Таким образом, не удаленные во время регенерации солевые остатки не оказывают большого влияния;
- Меньшая доля высокоотрегенированной смолы сохраняет полную емкость анионита в течение более длительного срока (термостабильность), так как меньшая доля смолы находится в гидроксильной форме;
- Так как высокоосновный анионит со временем подвергается деградации, часть сильноосновных групп превращается в слабоосновные. Преобразованные группы легче регенерируются, давая, таким образом, возможность рабочей емкости увеличиваться первые два года (в случае, когда нет ограничений по проскоку кремниевой кислоты). Преимущество может быть реализовано (для более дорогих смол) только в установках с “нормированием анионов”. Поэтому удельная стоимость воды может быть существенно снижена;
- С деградацией сильноосновных групп в слабоосновные увеличивается объем отмывочных вод после регенерации. Поэтому анионит в установках с “нормированием анионов” пребывает больше времени в солевой форме, поэтому деградация сильноосновных групп является замедленным процессом и срок жизни смолы увеличивается;
- Щелочной раствор является идеальным средством для удаления органики. Чем больше рабочая емкость смолы замещена анионами солей, тем большую концентрацию солей имеет регенерационный раствор. Органические загрязнения, накопившиеся в основном на загрузке смолы со стороны входа рабочего потока, легко удаляются щелочным солевым раствором при противоточной регенерации. Таким образом смола сохраняется относительно чистой от органики;
- Проскок кремниевой кислоты является единственным важным измеряемым показателем на протяжении срока службы смолы в установках с “нормированием анионов”. В случае, если кремнемер не включен в проект установки изначально, так как установка проектировалась с “нормированием по катионам”, то со временем возникает

ОПАСНОСТЬ поступления кремниевой кислоты в обессоленную воду из-за старения смолы. Установка становится в итоге с “нормированием по анионам”;

- В случае последовательно включенных фильтров со слабоосновным и сильноосновным анионитом, второй фильтр может оказаться чрезмерно нагруженным по кремниевой кислоте;
- Для того, чтобы добиться проскока кремниевой кислоты на минимально возможном уровне, важно добиться минимального содержания ионов натрия в воде после катионитового фильтра. Это достигается в установках с “нормированием по анионам”;
- Меньший риск загрязнения катионита железом, так как смола регенерируется до более высокой степени.

В процессе проведения испытаний на пилотной установке было доказано, что лимитирующим фактором для самых низких значений электропроводимости является степень регенерации катионита. Высокая степень регенерации катионита снижает проскоки натрия в фильтрат и тем самым способствует снижению проскока кремниевой кислоты до самых минимальных значений. Таким образом, если поставлена задача получения особо чистой воды, предпочтение должно быть отдано установке, работающей с постоянной производительностью и так, чтобы смола никогда не истощалась. Это может быть осуществлено только в случае постоянного качества исходной воды.

## Сверхвыработка

В случае использования в установке двух последовательных фильтров со смолами слабой и сильной функциональности, смолы подбираются для выполнения различных ионообменных задач. Слабокислотная смола может быть использована в паре с сильнокислотной смолой, давая определенные преимущества, и точно так же, слабоосновная смола, используемая в паре с сильноосновной, дает улучшение экономических показателей.

## Слабокислотные и сильнокислотные катиониты

Слабокислотные катиониты обычно выбираются для удаления катионов карбонатной жесткости. В случае, когда необходимо удалять и бикарбонат натрия, использование этого типа смол менее эффективно, так как при этом снижается рабочая емкость катионита. Сильнокислотный катионит обычно в схемах расположен после слабокислотного катионита и предназначен для удаления остальных катионов, связанных с анионами. В определенных случаях можно получить дополнительную выгоду путем увеличения фильтроцикла слабокислотного фильтра сверх момента превышения нормированного значения проскока жесткости. На практике это явление называется сверхвыработка.

Слабокислотные катиониты используются благодаря своей способности регенерироваться практически стехиометрическим количеством кислоты. Однако их кинетические возможности ниже и проскоки катионов за ними выше, их дыхание при переходе из одной формы в другую плохо предсказуемо, эластичная природа акриловой матрицы может давать высокие перепады давления в плохо спроектированных установках. Их

технологические характеристики очень сильно зависят от температуры и соотношения жесткости и щелочности в воде. По этим причинам расчет необходимых размеров ионообменной установки, включающей в себя слабокислотные катиониты, сложен и трудоемок. Кроме того установки с зажатыми слоями должны быть тщательно сконструированы и точно изготовлены. Использование компьютерной программы “Пьюродизайн” может ускорить процесс проектирования. Эта методика может быть чрезвычайно полезна при расчете процессов со сверхвыработкой. Программа учитывает порядок поглощения ионов в соответствии с их селективностью, учитывая при этом натриевую щелочность.

Преимущества использования сверхвыработки заключаются в следующем:

- Каждый отдельный фильтр рассчитывается на высоту слоя загрузки, скорость потока (максимальную и минимальную), удельным расходам регенерантов и их концентрациям, оптимизируется по продолжительности фильтроцикла.
- Использование сверхвыработки позволяет увеличивать фильтроцикл слабоосновного фильтра, тем самым увеличивается его рабочая емкость;
- В случаях, когда отношение жесткости к щелочности меньше единицы, часто экономически невыгодно использовать слабокислотный катионит. Однако, при использовании сверхвыработки бикарбонат натрия замещается на последующем слабокислотном катионите. Таким образом, получается, что слабокислотный катионит фильтрует воду до отношения жесткости к щелочности равного 1, и могут быть получены значительные превышения в рабочей емкости. Кроме того сильнокислотный катионит получает воду с высокой щелочностью и его технологические показатели тоже улучшаются

## Слабоосновные и сильноосновные аниониты

Сильноосновные аниониты могут очень эффективно удалять анионы минеральных кислот из Н-катионированной воды. Однако они не могут удалять их соли. Их преимуществом является то, что они очень эффективно регенерируются от накопленных анионов. Недостатком их является невозможность удаления двуокиси углерода (образовавшейся после катионитового фильтра из бикарбонатов) и кремниевой кислоты. Поэтому в двухступенчатых установках слабокислотные смолы должны располагаться перед сильноосновными.

Существует несколько преимуществ сверхвыработки, которые могут быть подобны катионитовым парам, а иногда и отличаться от них:

- Перенос хлоридов со слабоосновного фильтра на сильноосновный увеличивает пропорционально сульфатную нагрузку на слабоосновный фильтр, и в общем случае увеличивает его рабочую емкость, но может сильно снижать рабочую емкость сильноосновного фильтра;
- Отношение содержания кремниевой кислоты к содержанию всех анионов уменьшается на сильноосновном анионите. Это будет уменьшать

проскок кремниевой кислоты и даже может позволить снизить удельный расход щелочи на регенерацию;

· Фильтроцикл при сверхвыработке может быть увеличен, что увеличит рабочую емкость слабоосновного анионита.

При работе с прямоточной регенерацией имеется недостаток в том, что поступившие со слабоосновного фильтра хлориды могут сопровождаться органическими загрязнениями и быть их переносчиками на сильноосновный фильтр. Это может быть причиной загрязнения последних органикой. В системах ПЬЮРОПАК органические загрязнения не могут проникать через слабоосновный фильтр, и поэтому поступающие при сверхвыработке хлориды не сопровождаются органическими загрязнениями;

· Более высокое отношение содержания кремниевой кислоты к общему содержанию анионов в поступающей воде приводит к более высокой нагрузке высокоосновного анионита. Соответственно, чем выше концентрация кремниевой кислоты в регенерационном растворе (особенно если используется горячий раствор NaCl). В данном случае важно понижать концентрацию и температуру регенерационного раствора для того, чтобы не позволить выпасть осадку силиката натрия на слабоосновном анионите. Если сильноосновный анионит имеет более высокую нагрузку по хлоридам в результате сверхвыработки, нейтрализация кремнекислоты до силиката натрия на слабоосновном анионите происходит в меньшей степени и уменьшается вероятность того, что растворимость силикатных продуктов при низких значениях pH будет превышена.

## Качество регенерационных растворов

Для регенерации катионитов могут использоваться как соляная, так и серная кислоты. Выбор кислоты зависит от нескольких факторов: технологических, экономических (т.е. от стоимости и возможности иметь в наличии) и экологических.

ПЬЮРОПАК располагает техническими данными для обеих кислот.

### Соляная кислота

Товарная HCl представляет собой бесцветный до слегка желтовато-зеленой жидкость, содержащую 32-37 весовых процентов HCl.

Технические условия на соляную кислоту, использовавшуюся на пилотной установке ПЬЮРОПАК, в пересчете на 100%-ную кислоту, были следующие:

Железо	как Fe <sup>3+</sup>	20 мг/л
Сульфаты	как SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	150 мг/л
Окислители	как O <sub>2</sub>	отс.
Взвешенные вещества		отс.

Другие примеси, обычно металлы, могут находиться в следовых количествах и вряд ли могут создавать проблемы. Токсические вещества, в случае их наличия, не должны превышать концентраций, требуемых нормами на их содержание в обработанной воде.

### Серная кислота

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> представляет собой от бесцветной до слегка желтовато-коричневой жидкость, содержащую 93-98% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Технические условия на серную кислоту, использовавшуюся в пилотной установке ПЬЮРОПАК, в пересчете на 100%-ную кислоту были следующие:

Железо	как Fe <sup>3+</sup>	50 мг/л
Взвешенные вещества		отс.

Другие примеси могут находиться в следовых количествах и вряд ли могут создавать проблемы. Условия по содержанию токсических веществ такие же, как и для соляной кислоты.

### Гидроокись натрия

Товарная гидроокись натрия может быть, как твердой (в виде хлопьев, гранул и др.), так и в виде раствора с содержанием NaOH 30-50 весовых %. Продукт, известный как “шелкового качества” или “ртутного качества” содержит меньше примесей, чем продукт, получаемый мембранным методом.

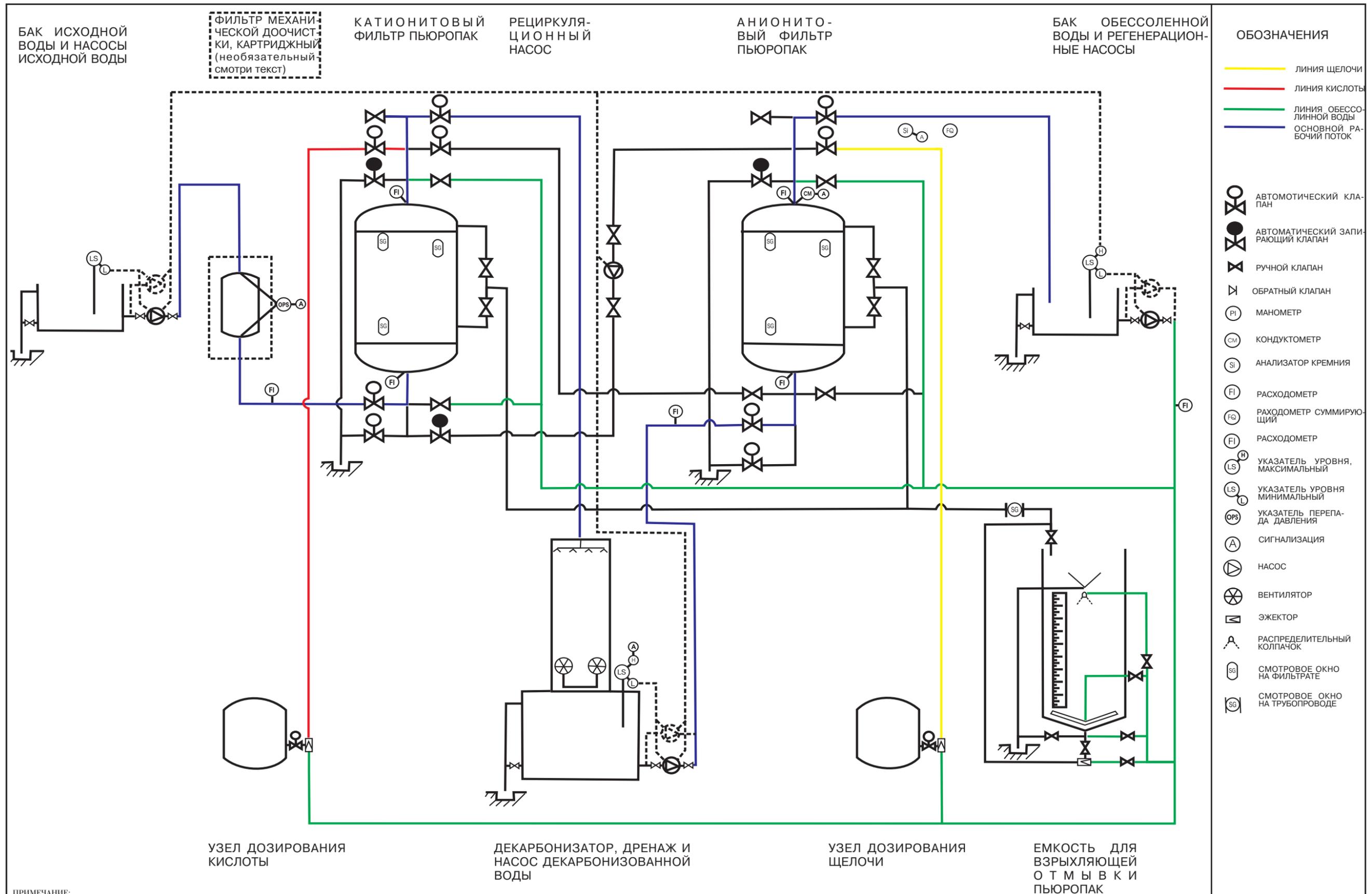
Гидроокись натрия, поставляемая в твердом виде, обычно содержит больше примесей, чем поставляемая в виде растворов. Следует проявлять осторожность при растворении твердой гидроокиси во избежание насыщения карбонатами и гидрокарбонатами раствора щелочи из-за контактов с воздухом. Вода, используемая для растворения не должна содержать катионов жесткости. В случае, когда требования к обессоленной воде не высоки, можно использовать H-

катионированную воду. Когда необходимо получать воду самого высокого качества, для растворения нужно использовать обессоленную воду. Растворы щелочи должны храниться без контакта с воздухом, так как это вызывает их насыщение карбонатами и приводит к снижению эффективности регенерации.

Технические условия на гидроокись натрия, использовавшуюся в пилотной установке ПЬЮРОПАК, в пересчете на 100%-ную щелочь, были следующие:

Карбонат натрия	как Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4000 мг/л
Хлорид натрия	как NaCl	60 мг/л
Сульфат натрия	как Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40 мг/л
Жесткость		отс.
Железо	как Fe <sup>3+</sup>	20 мг/л
Алюминий	как Al <sup>3+</sup>	20 мг/л
Ртуть	как Hg	1,2 мг/л
Кремний	как SiO <sub>2</sub>	40 мг/л
Окислители	как O <sub>2</sub>	20 мг/л
Взвешенные вещества		отс.

Гидроокись натрия, полученная мембранным способом, содержит 3-8% хлоридов натрия, который снижает эффективность регенерации сильноосновного анионита. Например, содержание в щелочи 2,5% хлоридов натрия понижает рабочую емкость сильноосновного анионита Типа I примерно на 20%, а анионита типа II на



ПРИМЕЧАНИЕ:

КОНСТРУКЦИЯ УЗЛОВ ДОЗИРОВАНИЯ КИСЛОТЫ И ЩЕЛОЧИ ДОЛЖНЫ ОБЯЗАТЕЛЬНО ОБЕСПЕЧИВАТЬ ВВОД РЕГЕНЕРАНТОВ И ОТМЫВОЧНОЙ ВОДЫ С ЗАДАННЫМИ РАСХОДАМИ, СКОРОСТЯМИ И КОНЦЕНТРАЦИЯМИ

Rev.	Date.	Description.	DRAWN
			SCALE
			CHECKED B.W.W.
			APPROVED K.B.
			DATE 08.03.99

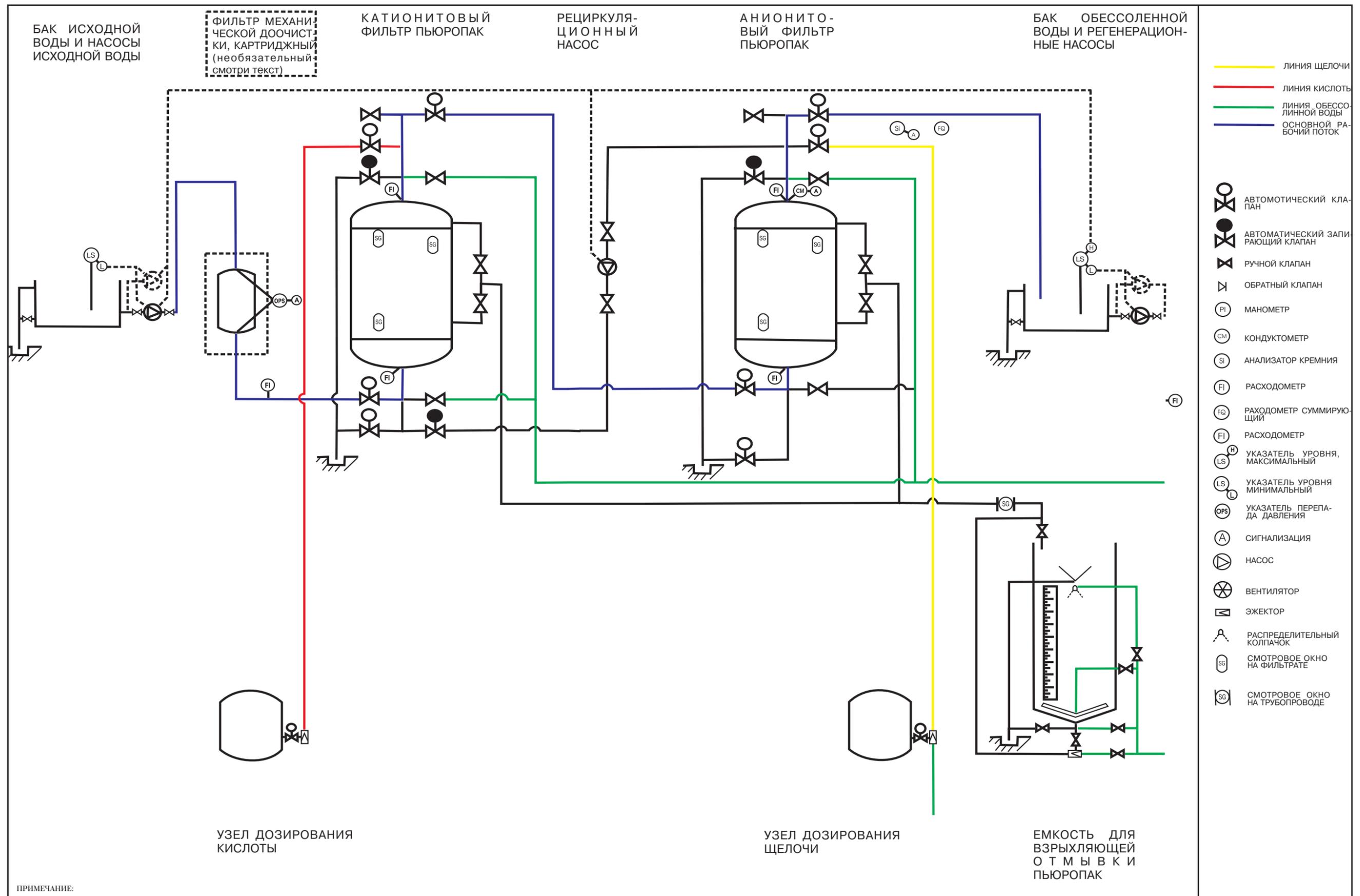
Этот чертеж является собственностью Пьюролайт Инт. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, затрагивающих интересы Пьюролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пьюролайт Инт. Лтд.

**ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОДНОСТУПЕНЧАТОГО ПРОЦЕССА ОБЕССОЛИВАНИЯ ПЬЮРОПАК С ДЕКАРБОНИЗАТОРОМ**

CLIENT.	
CLIENT ref:	
DRG.№.	1001

The Purolite Company  
150 Monument Road,  
Bala Cynwyd,  
PA19004 USA.

Purolite International Ltd.  
Kardine House  
Great West Road  
Hounslow  
Middlesex TW5 0BU  
Tel: 0181-577-1222  
Fax: 0181-577-1156



ПРИМЕЧАНИЕ:

КОНСТРУКЦИЯ УЗЛОВ ДОЗИРОВАНИЯ КИСЛОТЫ И ЩЕЛОЧИ ДОЛЖНЫ ОБЯЗАТЕЛЬНО ОБЕСПЕЧИВАТЬ ВВОД РЕГЕНЕРАНТОВ И ОТМЫВОЧНОЙ ВОДЫ С ЗАДАННЫМИ РАСХОДАМИ, СКОРОСТЯМИ И КОНЦЕНТРАЦИЯМИ

Rev.	Date.	Description.	DRAWN
			SCALE
			CHECKED B.W.W.
			APPROVED K.B.
			DATE 08.03.99

Этот чертёж является собственностью Пьюролайт Инт. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, затрагивающих интересы Пьюролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пьюролайт Инт. Лтд.

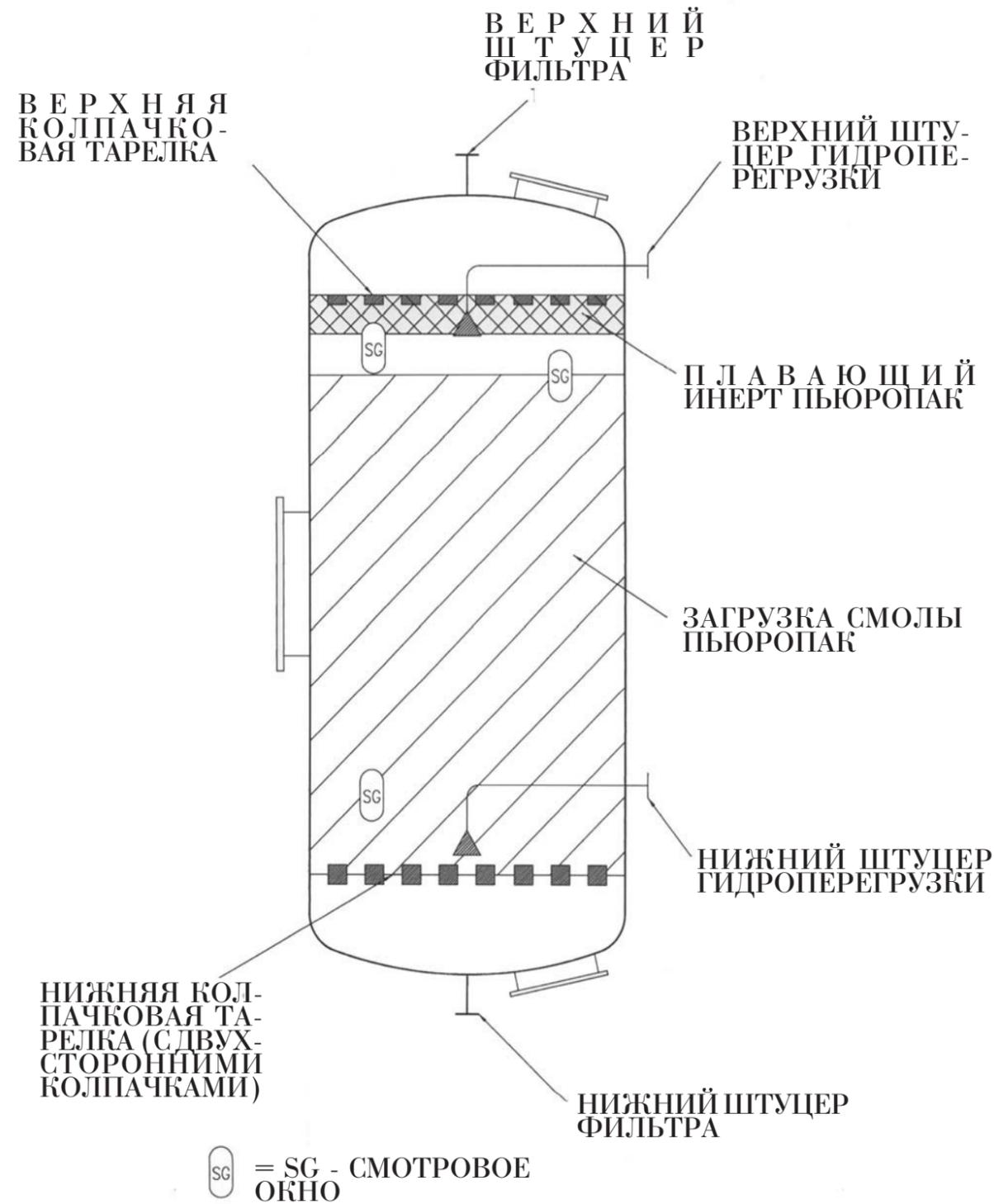
**ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОДНОСТУПЕНЧАТОГО ПРОЦЕССА ОБЕССОЛИВАНИЯ ПЬЮРОПАК БЕЗ ДЕКАРБОНИЗАТОРА**

CLIENT.	
CLIENT ref:	
DRG.№.	1002

The Purolite Company  
150 Monument Road,  
Bala Cynwyd,  
PA19004 USA.  
Tel: 215-669-0000  
Fax: 215-669-6150



Purolite International Ltd.  
Kardine House  
Great West Road  
Hounslow  
Middlesex TW6 0BU  
Tel: 0181-577-1222  
Fax: 0181-577-1156



ДИАМЕТР РАБОЧЕГО ФИЛЬТРА (ММ)	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ОБЪЕМ СМОЛЫ В ПОЛНОСТЬ НАБУХШЕМ СОСТОЯНИИ (ЛИТРЫ)	РЕКОМЕНДУЕМАЯ РАБОЧАЯ СКОРОСТЬ (М <sup>3</sup> /ЧАС)	ОБЪЕМ ИНЕРТНОГО МАТЕРИАЛА ПЬЮРОПАК (ЛИТРЫ)	ДИАМЕТР ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО ШТУЦЕРОВ ФИЛЬТРАТА (ММ)
600	225 - 500	3 / 14	30	40 - 50
800	500 - 900	5 / 25	50	40 - 80
1000	900 - 1400	8 / 39	90	50 - 100
1200	1400 - 2200	14 / 55	140	50 - 100
1400	2000 - 3200	19 / 75	200	50 - 100
1600	2800 - 4400	25 / 95	300	80 - 150
1800	3800 - 5750	30 / 120	400	80 - 150
2000	4850 - 7250	37 / 155	550	100 - 150
2200	5900 - 9150	46 / 185	670	100 - 150
2400	7250 - 11100	55 / 220	800	100 - 200
2600	8500 - 13300	65 / 255	1000	100 - 200
2800	9850 - 16000	75 / 295	1250	150 - 200
3000	11300 - 18750	85 / 340	1400	150 - 200
3200	12850 - 21750	98 / 390	1600	150 - 300
3400	14550 - 24500	110 / 440	1800	150 - 300
3600	16300 - 27500	125 / 500	2000	150 - 300

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

- ТОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ФИЛЬТРА И ПАРАМЕТРЫ РАЗГРУЗКИ СМОЛЫ ЗАВИСЯТ ОТ КАЧЕСТВА ИСХОДНОЙ ВОДЫ, ВЫБОРА СМОЛ, РАБОЧИХ УСЛОВИЙ, ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА СЛОЕ СМОЛЫ И ДР. ОБРАЩАЙТЕСЬ К ЛИТЕРАТУРЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПЬЮРОПАК
- СИСТЕМА ПЬЮРОПАК МОЖЕТ РАБОТАТЬ СО СКОРОСТЯМИ ПОТОКА И ЗАГРУЗКАМИ СМОЛЫ, ПРЕВЫШАЮЩИМИ ТАБЛИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, В ТАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ МОЖЕТ БЫТЬ СДЕЛАН ЗАПРОС ОБ УВЕЛИЧЕНИИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ, ДЛЯ ЧЕГО НЕОБХОДИМО СВЯЗАТЬСЯ С РЕГИОНАЛЬНЫМ ПРЕДСТАВИТЕЛЕМ.
- РАЗМЕРЫ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО ШТУЦЕРОВ ФИЛЬТРОВ РАССЧИТАНЫ В СООТВЕТСТВИИ С РАБОЧИМИ СКОРОСТЯМИ ПОТОКОВ.
- ДАННЫЕ ПО ОБРАТИМОМУ И НЕОБРАТИМОМУ НАБУХАНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ СМОЛ СМОТРИ В ЛИТЕРАТУРЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПЬЮРОПАК.
- ТРЕБУЕТСЯ ДОСТУП В КАЖДУЮ ИЗ ТРЕХ СЕКЦИЙ ФИЛЬТРА ДЛЯ МОНТАЖА ВНУТРЕННИХ ДЕТАЛЕЙ И ИНСПЕКТИРОВАНИЯ.
- ЭТА СХЕМА ПОКАЗЫВАЕТ НАГРУЗКУ СМОЛЫ В ОСЕВШЕМ СОСТОЯНИИ, СМОТРИ ЛИТЕРАТУРУ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПЬЮРОПАК ДЛЯ СПРАВКИ ПО РЕКОМЕНДУЕМЫМ СВОБОДНЫМ ПРОСТРАНСТВАМ

Rev.	Date.	Description.	DRAWN
			SCALE
			CHECKED B.W.W.
			APPROVED K.B.
			DATE 08.03.99

Этот чертеж является собственностью Пьюролайт Инт. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, затрагивающих интересы Пьюролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пьюролайт Инт. Лтд.

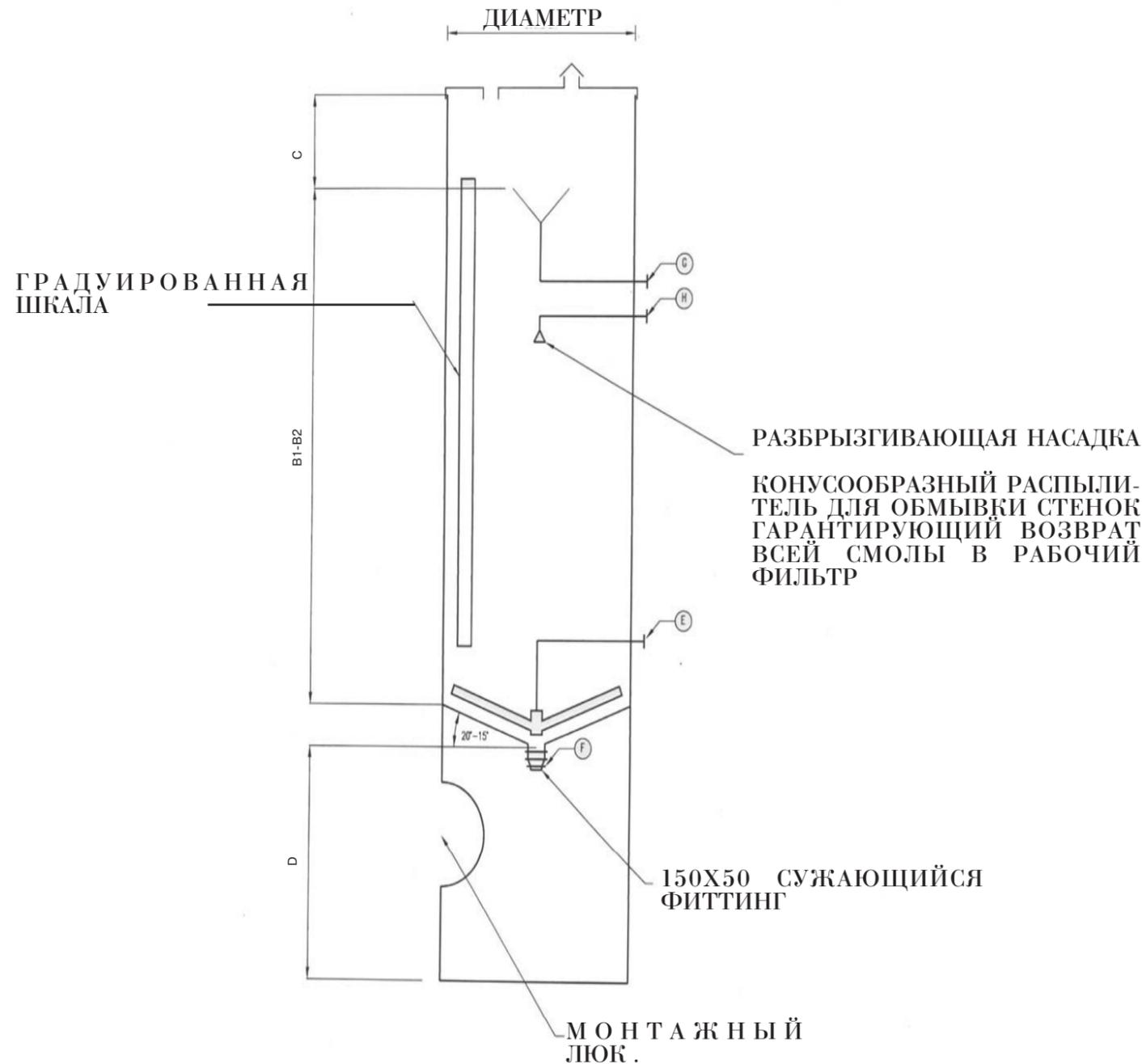
РАБОЧИЙ ФИЛЬТР ПЬЮРОПАК С ОБОЗНАЧЕНИЕМ ПОДВОДА ТРУБОПРОВОДОВ И РАЗМЕРАМИ.

CLIENT.	
CLIENT ref:	
DRG.№.	1003
REV.	

The Purolite Company  
150 Monument Road,  
Bala Cynwyd,  
PA19004 USA.  
Tel: 215-669-6090  
Fax: 215-669-6150



Purolite International Ltd.  
Kershaw House  
Great West Road  
Hemel Hempstead  
Herts. SG9 6ND  
Tel: 0181-677-1222  
Fax: 0181-677-1156



ДИАМЕТР ЕМКОСТИ ДЛЯ ВЗРЫХЛЕНИЯ (ММ)	ТИП	ВЫСОТА, ОТ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КОНИЧЕСКОГО ДНИЩА ДО ВЕРХА ВОРОНКИ, (ММ)	ОБЪЕМ СМОЛЫ (50% СВОБОДНОГО ПРОСТРАНСТВА) (ЛИТРЫ)	УГОЛ КО-НУСА	РАЗМЕРЫ ШТУЦЕРОВ			
					E	F	G	H
600	1	1000 TO 4000	150-750	20°	25	150	50	25
800	1	2000 TO 4000	750-1300	20°	25	150	50	25
1000	1	2000 TO 4000	1000-2000	20°	25	150	80	25
1200	1	2000 TO 4000	1500-3000	20°	50	150	80	25
1400	2	3000 TO 4000	3000-4000	15°	50	150	80	25
1600	2	3000 TO 4000	4000-5250	15°	50	150	100	25
1800	2	3000 TO 4000	5000-6750	15°	50	150	100	25
2000	2	3000 TO 4000	6000-8250	15°	80	150	100	25
2200	2	3000 TO 4000	7500-10000	15°	80	150	150	25
2400	2	3000 TO 4000	9000-13000	15°	80	150	150	25

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ: ПОЛИПРОПИЛЕН (ПОЛУПРОЗРАЧНЫЙ). ЕМКОСТЬ ДИАМЕТРОМ ДО 2205 ИМЕЕТ ФЛАНЦЫ УКОРЧЕННОГО ТИПА, ОБВАРЕННЫЕ КОЛЬЦАМИ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ
2. ВЕЛИЧИНА "D" - МИНИМУМ 600 ММ СВОБОДНОЕ ПРОСТРАНСТВО ОТ ДНИЩА ДО ЭЖЕКТОРА ГИДРОПЕРЕГРУЗКИ. ВЕЛИЧИНА "C" - МИНИМУМ 300 ММ ОТ СБОРНОЙ ВОРОНКИ ДО ВЕРХНЕЙ КРЫШКИ СОСУДА.
3. КОМПЛЕКТУЕТСЯ ПРОТИВОПЫЛЕВОЙ КРЫШКОЙ, СНАБЖЕННОЙ ОТВЕРСТИЯМИ ДЛЯ ВОЗДУШНИКА И ТРУБОПРОВОДА ВВОДА СМОЛЫ.
4. ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ СИСТЕМ РАЗМЕРЫ ЕМКОСТИ ДЛЯ ВЗРЫХЛЕНИЯ МОГУТ ПОЗВОЛИТЬ ПЕРЕГРУЗИТЬ ИЗ САМОГО БОЛЬШОГО РАБОЧЕГО ФИЛЬТРА ВСЮ ЗАГРУЗКУ ПОЛНОСТЬЮ. ДЛЯ БОЛЕЕ КРУПНЫХ СИСТЕМ РАЗМЕРЫ ЕЕ ДОЛЖНЫ ПОЗВОЛЯТЬ ПЕРЕГРУЗИТЬ ИЗ САМОГО БОЛЬШОГО ФИЛЬТРА 50% ЗАГРУЗКИ.
5. НАЛИЧИЕ ГРАДУИРОВАННОГО СТЕКЛА НА ВСЕЙ ВЫСОТЕ ЕМКОСТИ ПОЗВОЛЯЕТ КОНТРОЛИРОВАТЬ ОБЪЕМ СМОЛЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ В/ИЗ ЕМКОСТИ, УСТАНАВЛИВАТЬ ПРАВИЛЬНУЮ СКОРОСТЬ ВЗРЫХЛЕНИЯ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСШИРЕНИЯ СЛОЯ И ВЗРЫХЛЕНИЯ СМОТРИТЕ В ДАННОМ СПРАВОЧНИКЕ.

Rev.	Date.	Description.	DRAWN
			SCALE
			CHECKED B.W.W.
			APPROVED K.B.
			DATE 08.03.99

Этот чертеж является собственностью Пьюролайт Инт. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, затрагивающих интересы Пьюролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пьюролайт Инт. Лтд.

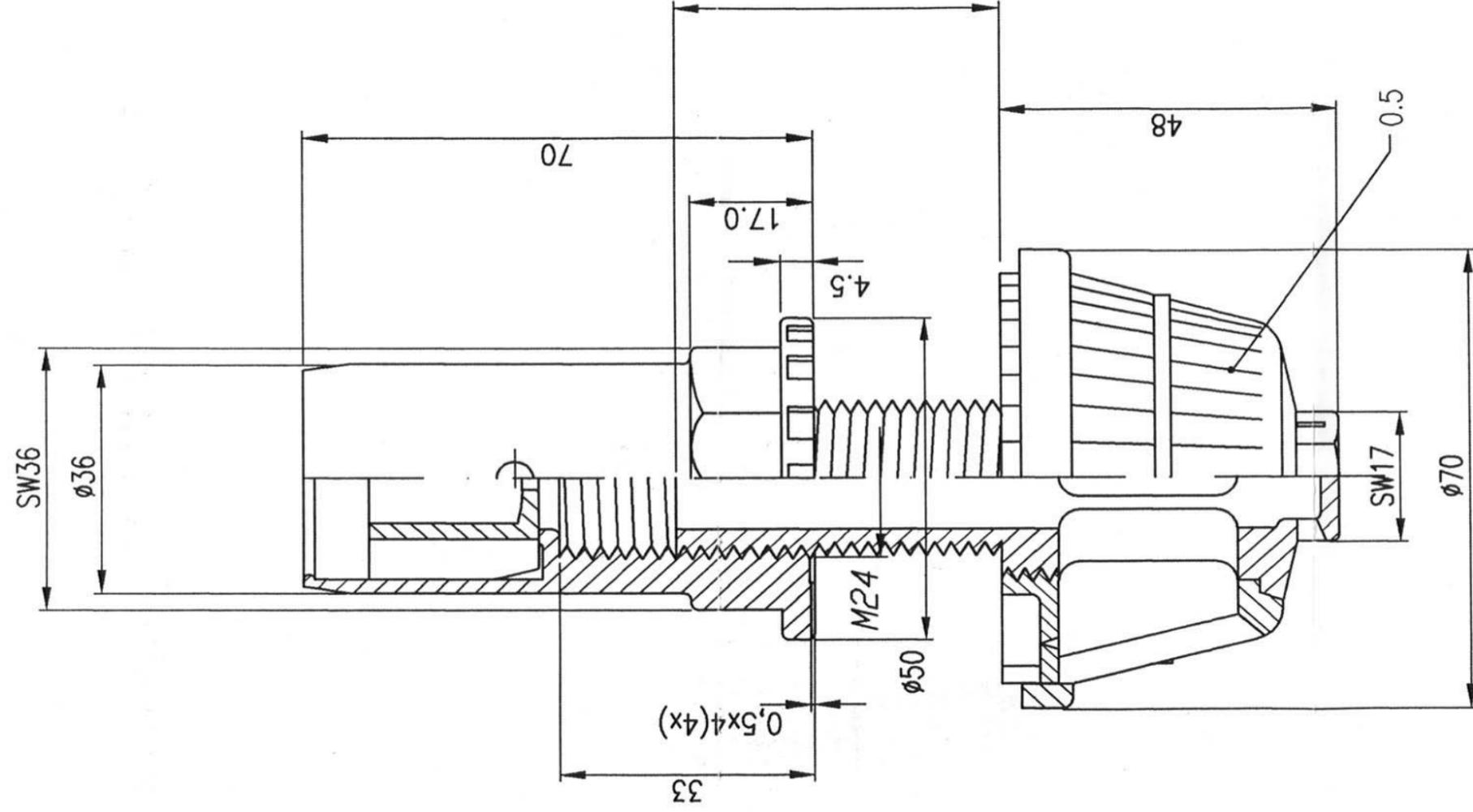
ЕМКОСТЬ ДЛЯ ВЗРЫХЛЕНИЯ ПЬЮРОПАК С ОБОЗНАЧЕНИЕМ ПОДВОДА ТРУБОПРОВОДОВ И РАЗМЕРАМИ

CLIENT.	
CLIENT ref:	
DRG.№.	1004
REV.	

The Purolite Company  
150 Monument Road,  
Bala Cynwyd,  
PA19004 USA.  
Tel: 215-669-0090  
Fax: 215-669-6150



Purolite International Ltd.  
Kershaw House  
Great West Road  
Hemel Hempstead  
Middlesex TW5 0BU  
Tel: 0181-577-1222  
Fax: 0181-577-1156



DRAWN

SCALE

CHECKED B.W.W.

APPROVED K.B.

DATE 08.03.99

Этот чертеж является собственностью Пыролайт Инт. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, за исключением интересов Пыролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пыролайт Инт. Лтд.

КОМПЛАЗОК ПЫОРОПАК ДЛІЯ ВЕР-  
ХНЕЙ КОМПАЧКОВОЙ ТАРЕЛКИ,  
ТИП PPT 50

DRG.№.

1006

CLIENT.

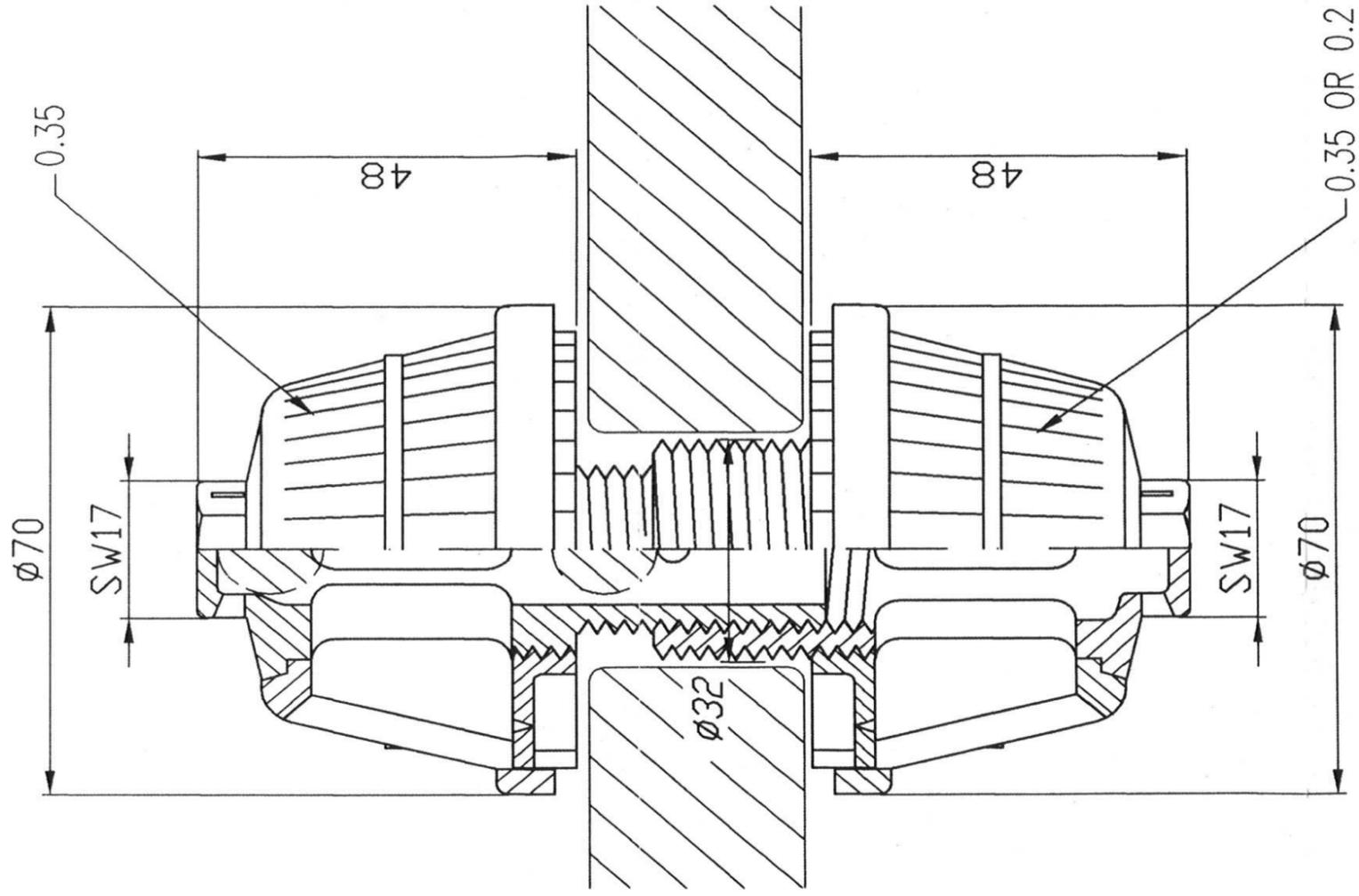
CLIENT ref:

REV.

The Purolite Company  
150 Monument Road,  
Bala Cynwyd,  
PA19004 USA.  
Tel. 215-668-9090  
Fax- 215-668-8139



Purolite International Ltd  
Kershaw House  
Great West Road  
Hounslow  
Middlesex TW5 0BU  
Tel. 0181-577-1222  
Fax- 0181-577-1136



ПРИМЕЧАНИЕ: - РАЗМЕР ЩЕЛЕЙ  
НИЖНЕЙ ЧАСТИ КОЛПАЧКА, ПОД  
ТАРЕЛКОЙ ЗАВИСИТ ОТ КАЧЕ-  
СТВА ИСХОДНОЙ ВОДЫ

DRAWN	
SCALE	
CHECKED	V.W.W.
APPROVED	K.B.
DATE	08.03.99

Этот чертеж является собственностью Пьюролайт Инг. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, за исключением интересов Пьюролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пьюролайт Инг. Лтд.

КОЛПАЧКИ ПЬЮРОПАК ДЛЯ  
НИЖНЕЙ КОЛПАЧКОВОЙ ТАРЕЛ-  
КИ, ТИП РРВ 3535 И ТИП РРВ 3520

DRG.No. 1007

CLIENT.

CLIENT ref:

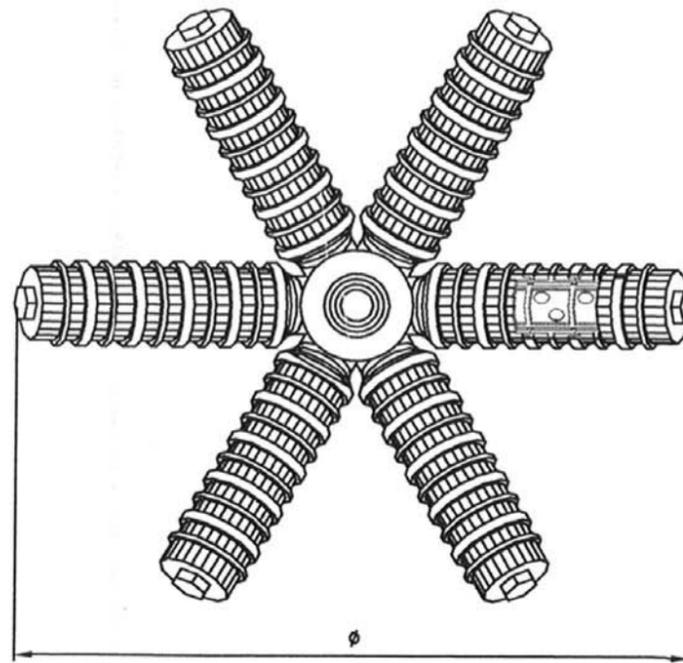
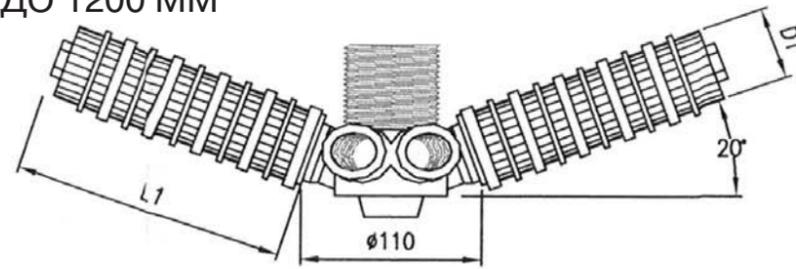
REV.



The Purolyte Company  
150 Monument Road,  
Bala Cynwyd,  
PA19004 USA.  
Tel. 215-668-9090  
Fax- 215-668-8139

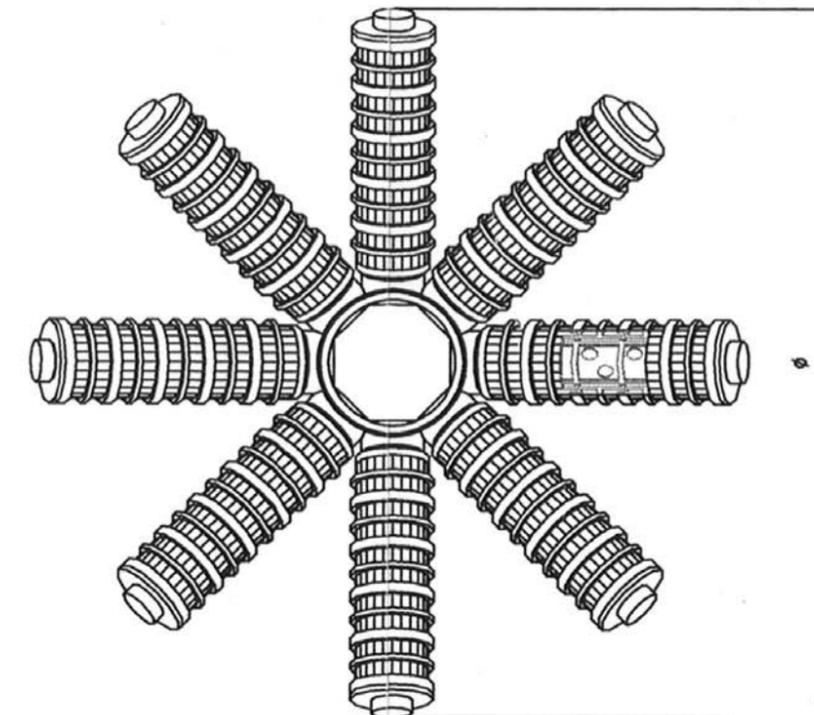
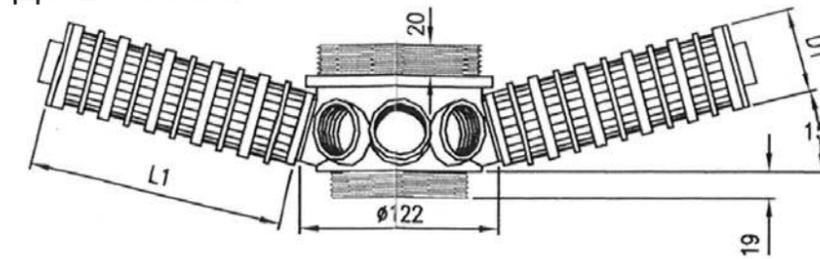
Purolyte International Ltd  
Kershaw House  
Great West Road  
Hounslow  
Middlesex TW5 0BU  
Tel. 0181-577-1222  
Fax - 0181-577-1136

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЕМКОСТИ ДЛЯ  
ВЗРЫХЛЕНИЯ ПЬЮРОПАК (ТИП1), ДИАМЕТР ОТ 400  
ДО 1200 ММ



ДИАМЕТР ЕМКОСТИ ДЛЯ ВЗРЫХЛЕНИЯ (ММ)	ДИАМЕТР СИСТЕМЫ Ø (ММ)	L <sub>1</sub> (ММ)	ДИАМЕТР ЛУЧА D <sub>1</sub> (ММ)	ЩЕЛЬ (ММ)
400	374	144	53	0.2
600	549	237	53	0.2
800	724	330	53	0.2
1000	957	454	53	0.2
1200	1131	547	53	0.2

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЕМКОСТИ ДЛЯ  
ВЗРЫХЛЕНИЯ ПЬЮРОПАК (ТИП2), ДИАМЕТР ОТ 1400  
ДО 2400 ММ



ДИАМЕТР ЕМКОСТИ ДЛЯ ВЗРЫХЛЕНИЯ (ММ)	ДИАМЕТР СИСТЕМЫ Ø (ММ)	L <sub>1</sub> (ММ)	ДИАМЕТР ЛУЧА D <sub>1</sub> (ММ)	ЩЕЛЬ (ММ)
1400	1359	640	54	0.2
1600	1539	733	54	0.2
1800	1718	826	54	0.2
2000	1958	950	54	0.2
2200	2138	1043	54	0.2
2400	2317	1136	54	0.2

DRAWN	Этот чертеж является собственностью Пьюролайт Инт. Лтд., и не может быть использован в каких-либо целях, затрагивающих интересы Пьюролайт. Содержание документа не может быть передано никакой третьей стороне ни полностью, ни частично без письменного согласования с Пьюролайт Инт. Лтд.	CLIENT.	The Purolite Company 150 Monument Road, Bala Cynwyd, PA19004 USA. Tel. 215-668-9090 Fax- 215-668-8139		Purolite International Ltd Kershaw House Great West Road Hounslow Middlesex TW5 0BU Tel. 0181-577-1222 Fax- 0181-577-1136
SCALE		CLIENT ref:			
CHECKED B.W.W.	ДЕТАЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ ЕМКОСТИ ДЛЯ ВЗРЫХЛЕНИЯ (ТИП 1 И ТИП 2)	DRG.N <sup>o</sup> .	1008	REV.	
APPROVED K.B.					
DATE 08.03.99					

**SALES OFFICES & BUSINESS CENTRES:****США**

The Purolite Company, 150 Monument Road, Bala Cynwyd, Philadelphia PA 19004.  
Telephone: (1) 610-668-9090, Toll Free: 800-343-1500, Telex: 291718,  
Telefax: (1) 610-668-8139.

**Техас**

The Purolite Company, 1700 West Loop South, Suite 740,  
Houston, TX 77027.  
Toll Free: 800-562-6488, Telefax: (1) 713-627-7890

**Калифорния**

The Purolite Company, 22632 Golden Springs Drive, Suite 190,  
Diamond Bar, CA 91765.  
Telephone: (1) 909-396-5253, Telefax: (1) 909-396-5258

**МЕКСИКА**

Purolite International, S.A. De C.V., World Trade Center,  
Montecito 38 Piso 33-19, Mexico City, D.F. 03810. Telephone: (52) 5-488-0905,  
Telefax: (52) 5-488-0906

**КАНАДА**

The Purolite Company, 625 Wabanaki Drive, Unit #2, Kitchener,  
Ontario N2C 2G3.  
Telephone: (1) 519-896-6674, Toll Free: (1) 800-461-1500  
Telefax: (1) 519-896-6679

**ВЕЛИКОБРИТАНИЯ**

Purolite International Limited, Kershaw House, Great West Road,  
Junction with Lampton Road, Hounslow, TW5 0BU.  
Продажа - Telephone: (44) 181-570-4454, Telefax: (44) 181-572-7726  
Администрация - Telephone: (44) 181-577-1222, Telefax: (44) 181-577-1136

**ГЕРМАНИЯ**

Purolite Deutschland GmbH, Harkortstrasse 25, 40880 Ratingen.  
Telephone: (49) 2102-46033, Telefax: (49) 2102-443663

**ФРАНЦИЯ**

Purolite International 11, Avenue Delcasse  
(continuation of Avenue Matignon), 75008 Paris.  
Telephone: (33) 1-42-564563, Telex: 648856, Telefax: (33) 1-45-633826

**БЕЛЬГИЯ**

Purolite Benelux, Industrieweg 11 - Zinkval, 2630 Aartselaar (Antwerp).  
Telephone: (32) 3-870-7298, Telefax: (32) 3-870-7299

**ИСПАНИЯ**

Purolite Iberica S.A., Pare Tecnologic del Valles, Centre  
Empreses Noves Technologies, 08290 Cerdanyola del Valles (Barcelona).  
Telephone: (34) 93-582-0266, Telefax: (34) 93-582-0268

**ЕГИПЕТ**

Purolite International Middle East, LCC  
12 Obour Gardens, 5th Floor, App. No. 55, Saleh Salem Street,  
Nasr City, Cairo.  
Telephone: (20) 2-4021477, Telefax: (20) 2-4021478

**ИТАЛИЯ**

Purolite International S.r.l., Viale Coni Zugna 29, 20144 Milan.  
Telephone: (39) 02-481-8145, Telefax: (39) 02-4801-2359

**БРАЗИЛИЯ**

Rua Orissanga No.26, Sala 14-10. andar Edificio Bubl-Bairro Mirandopolis Cep:  
04052-030 - Sao Paulo-SP.

**РУМЫНИЯ**

Purolite Romania, International Business Centre «Modern»,  
34-36 Carol I Blvd, 5th Floor, Bucharest.  
Telephone: (40) 1-250-5053/5028 Telefax: (40) 1-250-5999

**ПОЛЬША**

Radus Spolka z o.o., ul Przebendowskich 33, 81-543 Gdynia.  
Telephone: (48) 58-6248979/58-6649609/58-6649617,  
Telefax: (48) 58-6248118

**РЕСПУБЛИКИ ЧЕХИЯ И СЛОВАКИЯ**

Purolite International, Nad Mazankou 17, 182 00 Prague 8.  
Telephone & Telefax: (420) 2-6881086/2-90010330

**РОССИЯ****Москва**

Head Office  
Purolite International, 6th Floor, 36 Lyusinovskaya Street,  
Moscow 115093.  
Telephone: (7) 095-5648120, (7) 095-3635056  
Telefax: (7) 095-5648121

**Санкт-Петербург**

Purolite International Limited, 12A Tabovskaya St,  
St. Petersburg, 192007.  
Telephone: (7) 812-3278530, Telefax: (7) 812-3279079

**УКРАИНА**

Purolite International Limited, 2 Korolenko Street,  
Dnepropetrovsk 320070.  
Telephone: (38) 0562-320065/66,  
Telefax: (38) 0562-320067

**КАЗАХСТАН**

Purolite International Limited, Office 25, 157 Abaya ave., Almaty, 480009.  
Telephone: (7) 3272-608-449, Telefax: (7) 3272-509-475.

**КИТАЙ**

Purolite (China) Limited, Chenguan County, Dequin City,  
Xhejiang Province, 313200.  
Telephone: (86) 572-8422908/8422819,  
Telefax: (86) 572-8423954

**СИНГАПУР**

Purolite International (Singapore) PTE Limited, 32-04 The Concourse, 300 Beach  
Road, 199555.  
Telephone: (65) 297-0889/297-1453, Telefax: (65) 297-1986

**ТАЙВАНЬ**

Purolite International, 16F-2, No. 191, Fu-hsing N. Road, Taipei.  
Telephone: (886) 2-546-7078, Telefax: (886) 2-546-7069

**КОРЕЯ**

Purolite International (Korea) LLC, Dae Yeon Bldg., Suite 403,  
943-30 Daechi-dong, Kangnam-gu, Seoul.  
Telephone: (82) 2-3453-7062/7063,  
Telefax: (82) 2-3453-7064

**Web Site: <http://www.purolite.com>**

Любые предложения и/или рекомендации, приведенные выше и касающиеся использования продукции Пьюролайт, основываются на результатах испытаний и/или данных, которые считаются надежными. Однако, так как Пьюролайт не в состоянии контролировать использование своей продукции третьими сторонами, ни одно из упомянутых предложений и/или рекомендаций не несет никаких явно выраженных или подразумеваемых гарантий компании Пьюролайт, также как и любая информация, содержащаяся в данном тексте, не может быть воспринята как рекомендация к нарушению любых действующих патентов.

**ПЬЮРОЛАЙТ**  
© 2003 г.