

Д Е П

Инж. П. РОМАНКОВ, И. ГРУДИНИН

2003

В Ы Б О Р
ХИМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
ФИЛЬТРЫ И ЦЕНТРИФУГИ

СТАНДАРТГИЗ

1 9 3 6

НКТП

ДЕП

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕННОЕ БЮРО СТАНДАРТИЗАЦИИ
В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Инж. П. РОМАНКОВ, И. ГРУДИНИН

В Ы Б О Р ХИМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ФИЛЬТРЫ И ЦЕНТРИФУГИ

(Технологическая классификация, производственные
характеристики)

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
проф. К. Ф. ПАВЛОВА
и доц. И. Г. БЕСПАЛОВА

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
„СТАНДАРТГИЗ“

ЛЕНИНГРАД

1936

МОСКВА

1282094

ПОЛ. МАШИНА

Главн. редактор *М. И. Гиттерман*

Отв. редактор *И. Г. Беспалов* Тех. редактор *Р. Н. Мосевич*

Сдано в набор 19/VIII-1935 г.

Подписано к печати 21/XI-1933 г.

Форм. бум. 62×88 Колич. печ. л. 5¹/₈ Бум. л. 7⁹/₁₆ Колич. печ. зн. в 1 л. 46.080

Ленгорлит № 33224

Тираж 2000

Заказ № 1829

Тип. „Коминтерн“ и школа ФЗУ им. КИМ'а. Ленинград, Красная ул., 1.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сложные вопросы эксплуатации и проектирования химической аппаратуры значительно упростятся, когда она будет иметь классификацию по технологическому признаку, т. е. по происходящим в ней процессам.

До настоящего времени классификация химической аппаратуры почти всегда давалась лишь по конструктивному признаку, технологической же характеристике аппарата отводилось второстепенное место.¹

Такая классификация, на наш взгляд, может являться прекрасным пособием для инженера-механика, но совершенно не удовлетворяет инженера-технолога, которому приходится, в первую очередь, решать задачу чисто технологическую: выбрать тип аппарата в соответствии с физическими и физико-химическими особенностями обрабатываемых смесей, а затем оформлять его конструктивно в рамках технологического эскиза. Поэтому сейчас назрела необходимость, наряду с классификацией по механико-конструктивному признаку, начать разработку классификации химической аппаратуры на основании химико-технологических характеристик, с неперенным внутренним подразделением по конструктивному виду.

К разрешению этой сложной задачи приступило Центральное объединенное бюро стандартизации в химической промышленности (ЦОБС), в соответствии с постановлением Всесоюзной конференции по стандартизации химической аппаратуры и Всесоюзного комитета стандартизации при СТО.

Настоящая работа, составленная по заданию Центрального объединенного бюро стандартизации в химической промышленности (ЦОБС), является первой попыткой технологической классификации группы аппаратов для разделения жидких неоднородных

¹ См. „Номенклатура промышленного оборудования“, часть II, СНТИ, 1932; Майзель, Справочное руководство по машиностроению, изд. ГНТИ Украины: т. IV, вып. 2, Биркган, Центрифуги, ОНТИ, 1931, и др.

систем (фильтры и центрифуги). Эта классификация, как и всякое новое дело, встретила с большими трудностями: отсутствием в литературе производственных данных по ряду важнейших промышленных веществ, недостаточной разработанностью машиностроительного ассортимента и ничем не оправдываемой множественностью сходных конструктивных форм. Все эти обстоятельства в сущности придают нашей работе характер первого дискуссионного материала при постановке вопроса насущной важности.

Опубликование этого материала мы рассматриваем как средство привлечь внимание технической общественности к задаче технологической классификации химической аппаратуры; создание такой классификации возможно путем обобщения коллективного опыта.

Проф. К. Ф. Павлов

Доц. И. Г. Беспалов

I. ВВЕДЕНИЕ

В химической промышленности приходится иметь дело с разделением следующих неоднородных систем:

- 1) газ — газ,
- 2) газ — жидкость (туманы и пены),
- 3) газ — твердое тело (дым, пыли),
- 4) жидкость — жидкость (эмульсия, смеси),
- 5) жидкость — твердое тело (суспензии).

В случае смеси газов разделение газовых систем производится главным образом путем избирательной сорбции жидким или твердым поглотителем, а в случае туманов — сорбцией или электрическими методами (например в аппаратах Коттрелля); разделение пен сводится главным образом к механическому разбиванию пены и предупреждению пенообразования.

В третьем случае — очистка газов от пыли — в технике применяются следующие методы разделения: а) под действием силы тяжести (пыльные камеры), б) под действием механического давления (фильтры), в) под действием центробежной силы (циклоны) и г) электрические методы — электроочистка.

В четвертом случае разделение неоднородных жидких систем производится главным образом центрифугированием.

В пятом случае, наиболее часто встречающемся в практике химических заводов, разделение суспензий производится: а) отстаиванием, б) фильтрованием, в) центрифугированием.

Что касается отстойников, то они применяются в тех случаях, когда задачи разделения систем жидкость — твердое тело не решаются с помощью фильтрования или центрифугирования (например в производстве цианамида кальция).

Классификация отстойников не является задачей настоящей работы, так как они слишком специфичны и потому должны рассматриваться самостоятельно, как это обычно и принято.

В настоящей классификации также не рассматриваются фильтры для разделения систем газ — твердое тело, так как они составляют совершенно отдельный класс фильтров.

Таким образом в настоящей работе разрешаются вопросы технологической классификации промышленных типов фильтров и центрифуг, применяемых для разделения систем: а) жидкость — твердое тело, б) жидкость — жидкость.

II. ПРИЗНАКИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП ФИЛЬТРА

Наиболее важными факторами, обуславливающими выбор того или иного типа фильтров, являются:

- 1) Требуемое качество фильтрации: а) остаточная влажность фильтрата, б) чистота фильтрата.
- 2) Концентрация твердого вещества в суспензии до фильтрации.
- 3) Физико-химические свойства жидкости.
- 4) Физико-химические свойства осадка.
- 5) Масштаб производства.

Перечисленные факторы в развернутом виде могут быть сведены в таблицу, дающую возможность ориентироваться при выборе типа фильтра (см. таблицу 1).

Нормальной схемой всякого производственного процесса, в частности фильтрации, является работа по непрерывному циклу. Однако непрерывную фильтрацию не всегда удается осуществить или по технологическим условиям производства (малая концентрация твердого вещества в суспензии, аморфность осадка и т. д.) или при малых его масштабах.

Цифры остаточной влажности, приведенные в таблице, относятся к одному и тому же веществу (для сравнения) и могут служить лишь для ориентировки при определении эффективности разделения суспензий фильтрами различных типов.

Прозрачный фильтрат может быть получен на фильтрах любого типа при подборе фильтрующей ткани надлежащего качества (см. о тканях стр. 8), однако при центрифугах фильтрат, как правило, получается мутным.

Данные начальных концентраций твердого вещества в неоднородной смеси, приведенные в таблице 1, взяты как средние оптимальные для работы разных типов фильтров. Эти данные являются ориентировочными, так как до настоящего времени отсутствует систематизация такого рода наблюдений.

Все жидкости, с которыми приходится иметь дело при фильтрации, могут быть подразделены по своим физико-химическим свойствам на следующие группы:

- 1) Вода и нейтральные водные растворы: растворы средних солей (NaCl , KCl , Na_2SO_4 , BaCl_2 и т. д.) и органические растворители (ацетон, спирт, бензол и пр.).
- 2) Слабокислые растворы: слабые растворы кислот (до 5—10%) и растворы солей сильных кислот и слабых оснований (NH_4Cl , AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и т. д.).
- 3) Слабощелочные растворы: слабые растворы щелочей (до 5—10%), растворы солей сильных оснований и слабых кислот ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, Na_2SiO_3 , Na_3AlO_3 и т. д.).

Таблица 1

Сводка технологических условий, определяющих технологический тип, класс и группу аппаратов для фильтрования

Требуемое качество фильтрации		Концентрация твердого вещества в неоднородной смеси	Физико-химические свойства жидкости	Физико-химические свойства осадка	Технологический тип, класс и группа фильтра	Удельная производительность фильтров кг/м ² час
остаточная влажность	получаемая чистота фильтрата					
50—60 %	Прозрачный	а) 3—15 % б) мутн	Любые, за исключением летучих растворителей	Кристаллические и аморфные	для а) I—A—1. Фильтры, работающие без давления или под вакуумом (действие периодич. для б) II—A—1. То же	для а) 2—150
35—40 %	"	а) 5—10 % б) мутн	Любые, за исключением сильных кислот и щелочей	Кристаллические и аморфные	для а) I—A—2. Фильтры, работающие под давлением (действие периодическое). для б) II—A—2. То же	а) 2—100
25—35 %	"	от 15 до 20 % и > ²	Любые, за исключением горячих летучих растворителей	Кристаллические	I—B—1. Вращающиеся вакуум-фильтры (действие непрерывное)	75—3000
5—15 %	Мутный	а) от 30 % и > б) < 1—2 %	Любые	Кристаллические и аморфные	Центрифуги (действие периодическое, полунепрерывное, непрерывное) ¹	200—400 для центрифуг периодич. действ.; до 4000 кг для центрифуг непрерывного действия
3—5 %	Прозрачный	от 40 % и >	По преимуществу нейтральные, слабощелочные и слабокислые	Кристаллические и аморфные	Гидравлические прессы (действие периодическое)	20—30

¹ Цифры остаточной влажности относятся к одному и тому же веществу нагретой соли β - нафталин - сульфокислоты по исследованиям, произведенным на Дорхимзаводе.

² В таблице № 17 указано, что фильтрация целлюлозы на вакуум-фильтрах может быть осуществлена при меньшей начальной концентрации, а именно: от 1,5—4 %. Этот случай является исключением

³ Технологический тип обозначается цифрой I (для грубых суспензий) и II (для мутей); класс обозначается буквами А (для аппаратов периодического действия), Б (для аппаратов полунепрерывного действия) и В (для аппаратов непрерывного действия); группа обозначается цифрами 1 (для аппаратов, работающих без давления или под вакуумом) и 2 (для аппаратов, работающих под давлением).

⁴ Центрифуги и гидравлические прессы, как это обычно принято, выносятся из общей сводки аппаратов для фильтрования и в дальнейшем рассматриваются самостоятельно.

4) Сильные кислоты.

5) Сильные щелочи.¹

В зависимости от вышеперечисленных свойств жидкости производится выбор материала для аппарата (см. таблицу 2) и фильтровальной ткани.

В качестве фильтрующих материалов обычно применяются ткани, пористые материалы и зернистые насадки.

Все фильтрующие материалы могут быть подразделены на следующие группы: 1) волокнистые, 2) зернистые, 3) пористые, 4) сетки, 5) мембраны или коллоидные пленки.

1. Волокнистые материалы бывают растительного, животного и минерального происхождения. К этой группе относятся наиболее часто применяемые в технике фильтрующие материалы — ткани.

Почти все известные текстильные материалы используются как фильтрующие вещества: лен, бумажное полотно, шерсть, шелк, искусственный шелк, джутовые ткани и др.

Растительные ткани — бязь, парусина и другие — применяются при фильтрации нейтральных, слабокислых и слабощелочных жидкостей. Сильные щелочи вызывают в растительной ткани набухание и отверстия в ней почти закрываются; кислотами растительная ткань разрушается. Для повышения кислотоупорности в настоящее время производится нитрование хлопчатобумажных тканей, при котором содержание азота в них доводится до 12—12,5%; для тех же целей применяется неденитрованный искусственный шелк.

Если не нитрованная хлопчатобумажная ткань применяется для фильтрации 5—10% раствора серной кислоты и 5% раствора соляной кислоты при температуре в 20° С, то после нитрования та же ткань может служить:

а) для фильтрации серной кислоты:

при t° в 20° С — любой концентрации,
при t° в 40° С — 20% раствора,
" " 60° С — до 20%;

б) для фильтрации соляной кислоты:

при t° в 20° С — до 30%,
" " 40° С — до 10%,
" " 60° С — до 5%.

Неденитрованный искусственный шелк обладает еще большей химической стойкостью и механической прочностью.

¹ Эта градация жидкостей по химической активности до некоторой степени условна, так как, например, некоторые разбавленные кислоты обладают большей химической активностью, чем концентрированные кислоты. Тем не менее такая группировка, с учетом вышесказанного, позволяет ориентироваться в выборе материала для аппарата и ткани.

Материалы, применяемые для аппаратуры в зависимости от химических свойств обрабатываемой жидкости

№ по пор.	Наименование продукта	Материал аппарата	№ по пор.	Наименование продукта	Материал аппарата
1	Серная кислота весьма разбавленная ∞ 5%	С, Д	20	Щавелевая кислота	Ст 18-8
2	Серная кислота среднее разбавленная ∞ 25% (аккумуляторная)	С, Км, Ч, Ст МРО.	21	Молочная кислота	МРО, Ск, Км
3	Серная кислота концентрированная ∞ 92% (купоросное масло)	Ж, Ч, Ст	22	Муравьиная кислота	Ст 18-8, ТРО
4	Азотная кислота весьма разбавленная ∞ 5%	Ст 18, 20 х, Км, Ст 18-8	23	Жирные кислоты	ММ, Ст 18-8
5	Азотная кислота среднее разбавленная ∞ 25%	Ст 18/20 х, Км, Ст 18-8	24	Лимонная кислота	Бр, Д, М, А
6	Азотная кислота концентрированная ∞ 60%	Ст 18/20 х, Км, Ст 18-8	25	Анилин	Ст 18-8, Ж, Ст
7	Соляная кислота ∞ 27% (техническая)	ТРО, МРО, Км Д, АД	26	Смесь кислот серной и азотной	Ж, Ст
8	Уксусная кислота не выше 56%	Д, Бр.	27	Четыреххлористый углерод	Ст, Ж, Ч
9	Уксусная кислота концентрированная	Ст 18 х, Д	28	Сернистый натр	Ст, Ж
10	Фосфорная кислота	С, Ст 18-8	29	Азотнокислый натр	Ж
11	Фтористоводородная кислота	Д, С	30	Углекислый натр	Ж, Ст
12	Едкий натр	Ж, Ст, Ч	31	Кислый сернистокислый натр	С
13	Аммиак. водн.	Ж, Ст, Ч	32	Сернокислый магний	Ж, Ст, Н
14	Хлористый аммоний	Ст 18-8, Ст, Ж	33	Фруктовые соки	А, Ст 18-8, Ол. О
15	Сернокислый алюминий	СО, МРО, Д, Ч	34	Алюминиевые квасцы	С,
16	Хлористый кальций	Ж, Ст, Ч	35	Бромистый аммоний	МРО, Ст 18-8
17	Сернокислая медь	А, С	36	Фосфорнокислый аммоний	Ж, Ст
18	Хлористое железо	С, Ст 18-8	37	Спирты	Ж, ММ
19	Хлористый магний	Ч, Ж, Ст	38	Хлористый барий	Ж
			39	Хлористое железо	Ж, Ст
			40	Хлористый натрий	Ч, М
			41	Растительные дубильные	Д, М, Бр
			42	Известковое молоко	Ж, Ст
			43	Кислые рудничные воды	Ст 18-8

¹ По Майзелью, Справочное руководство по машиностроению, т. IV, вып. 2.

Условные обозначения таблицы 2

А — алюминий. *АД* — асфальтированное дерево. *Бр* — бронза. *БрАК* — бронза алюминиевая кислотостойкая. *БрСК* — бронза свинцовая кислотостойкая. *БрФК* — бронза фосфористая кислотостойкая. *ГКМ* — глазурованная керамика. *Гр* — гартблей. *Д* — дерево. *Ж* — железо. *КМ* — керамика. *ЛтТ* — латунь. *М* — медь. *ММ* — монельметалл. *МРО* — облицовка мягкой резиной. *Н* — никель. *Оц* — оцинкованный материал. *Оло* — облицовка оловом. *С* — свинец. *СО* — свинцовая облицовка. *Ст* — сталь. *Ск* — стекло. *Ст 18-8* — сталь с 18% Сг, 8% Ni. *Ст 22-12* — сталь с 22% Сг и 12% Ni. *Ст 28 х* — сплав с 28% Сг. *Ст 18-20 х* — сталь с 18—20% Сг. *Ст 14 х* — сталь с 14% Сг. *Ст 15/30 х* — сплав с 15—30% Сг. *Ст 15 х* — сталь с 15% Сг, 8% Ni и 3% Мо. *Ст ХВ* — хромсниканидиевая сталь. *Ст. 3,5 Н* — сталь с 3,5% Ni. *ТРО* — облицовка твердой резиной. *Ч* — чугуны.

Примечание. Более подробный перечень употребляемых материалов с указанием их химической стойкости может быть найден в специальной литературе по коррозии, список которой дан в конце настоящей работы.

Ткани животного происхождения значительно устойчивее к кислотам, чем растительные. Так, шинельное сукно имеет следующую кислотоупорность:

Температура в °С	Концентрация H_2SO_4 в %
20	50
30	40
40	30
50	20
60	10
70	

Сукно разрушается даже от воды.

Что касается щелочей, то животные ткани устойчивы лишь по отношению к слабым щелочам.

Материалы минерального происхождения — асбестовая ткань, волокнистый асбест, стеклянная вата — применяются для фильтрования крепких минеральных кислот.

2. Зернистые материалы — песок, инфузорная земля, кокс, уголь и др.

Зернистые фильтрующие материалы отличаются стойкостью к различным реагентам и способностью регенерироваться, но могут применяться только там, где предполагается получение одного чистого фильтрата, так как выделение твердого осадка сопряжено с большими затруднениями.

Костяной и древесный угли, благодаря сильно выраженным адсорбционным свойствам, удаляют из жидкостей не только взвешенные, но также коллоидные и растворенные вещества, не задерживаемые при помощи песка и тканей.

3. Пористые материалы. К этой группе фильтрующих материалов относятся искусственные фильтровальные камни, чрезвычайно разнообразные по своему составу и по своим геометрическим формам (пластины, цилиндры, свечи, кольца и др.).

Фильтровальные камни изготавливаются путем нагревания (ниже границы плавления) исходных веществ зернистого строения (зер-

нистые силикаты, асбест, пемза, песок, уголь и др.) с плавкими добавками (гипс, мел, стеклянный порошок, смола, деготь и др.).

Для фильтрования кислот (за исключением фтористоводородной) применяются фильтровальные камни, исходными веществами которых являются асбест, кварц, шамот. Керамические фильтровальные плитки служат для фильтрования всех органических и минеральных кислот, кроме фтористоводородной.

Для фильтрации сильно щелочных жидкостей изготавливаются пористые пластинки из углеродистых материалов: кокса, графита, антрацита.

Фарфоровые свечи, изготовленные из неглазурованной бисквитной массы, применяются для очистки питьевой воды, так как они задерживают бактерии без всяких вспомогательных наслоений.

К пористым фильтрующим материалам относится также пористый эбонит, устойчивый в отношении кислот и щелочей, и "дарек" — пористый материал из мягкой резины, устойчивый в отношении кислот и щелочей до температуры в 70—80° С.

4. Сетки. Металлические сетки ткются из тончайшей металлической проволоки, материалом для которой служат металлы или специальные сплавы, стойкие к химическим реагентам и обладающие противокоррозийными свойствами (медноникелевые сплавы, медь, фосфористая бронза, алюминий, алюминиевые сплавы, чистый никель, латунь, стальная проволока, покрытая цинком, оловом или свинцом). Сетки применяются, большей частью, в комбинации с другими фильтрующими материалами, например с тонким слоем минерального или органического осадка. Металлические фильтрующие материалы отличаются большой механической прочностью.

Металлические ткани могут быть подобраны по нижеследующей таблице 3.

Таблица 3

Металлические ткани для фильтрации по шкале ситового анализа (Тейлор)

Меш	Дюйм в свету	мм в свету	Диаметр проволоки	
			дюймы	мм
5	0,156	3,962	0,014	1,12
6	0,131	3,327	0,010	1,02
7	0,110	2,794	0,036	0,92
8	0,093	2,362	0,031	0,79
9	0,078	1,981	0,030	0,76
10	0,065	1,651	0,028	0,71
11	0,055	1,397	0,027	0,69

Таблица 3 (окончание)

Меш	Дюйм. в свету	мм в свету	Диаметр проволоки	
			дюймы	мм
14	0,046	1,168	0,025	0,64
16	0,039	0,991	0,0235	0,60
20	0,0328	0,833	0,0172	0,44
24	0,0276	0,701	0,0141	0,36
28	0,0232	0,589	0,0125	0,32
32	0,0195	0,495	0,0118	0,30
35	0,0161	0,417	0,0112	0,28
42	0,0138	0,351	0,0100	0,25
48	0,0116	0,295	0,0092	0,23
60	0,0097	0,246	0,0070	0,178
65	0,0082	0,208	0,0072	0,183
80	0,0069	0,175	0,0056	0,142
100	0,0058	0,147	0,0042	0,107
115	0,0049	0,124	0,0038	0,097
150	0,0041	0,104	0,0026	0,066
170	0,0035	0,088	0,0024	0,061
200	0,0029	0,074	0,0021	0,053

К сеткам должны быть отнесены также дырчатые фильтровальные поверхности (решета, сита), применяемые самостоятельно для отделения грубых частиц или в качестве опоры для других фильтрующих материалов.

5. Мембраны или коллоидные пленки обладают очень тонкими порами и применяются в ультрафильтрах для разделения коллоидных суспензий самого тонкого строения.

Все осадки, с которыми приходится иметь дело, могут быть подразделены по своим физическим свойствам на две основных группы: 1) кристаллические, 2) аморфные.

Наибольшие трудности при фильтрации представляют собой аморфные осадки (гидраты окиси железа и алюминия, красители и т. д.), обладающие высокой степенью сжимаемости и клейкостью. Физические свойства осадка в значительной мере влияют на выбор типа фильтра и метод фильтрации (например фильтрация с добавками).

После определения типа фильтра на основании технологических условий, окончательный выбор конструкции производится, исходя из данных характеристик, составленных по конструктивному признаку.

III. КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРОВ

Таблица 4

Технологический тип I: фильтры для грубых суспензий

Класс	Группа	Вид
Класс А Фильтры периодического действия	1. Фильтры, работающие без давления или под вакуумом	а) фильтры с зернистой или пористой насадкой б) нутч-фильтры в) мажальные фильтры
	2. Фильтры, работающие под давлением	а) друк-нутчи б) фильтрпрессы в) фильтры механические листовые г) закрытые вращающиеся дисковые фильтры
Класс Б Фильтры непрерывного действия	1. Фильтры, работающие под вакуумом	а) вращающиеся барабанные вакуум-фильтры б) вращающиеся дисковые вакуум-фильтры в) вращающиеся тарельчатые вакуум-фильтры или план-фильтры г) вращающиеся "внутренние" вакуум-фильтры

Технологический тип II: фильтры для тонких суспензий и мутей

	Группа	Вид
Класс А Фильтры периодического действия	1. Фильтры, работающие под вакуумом 2. Фильтры, работающие под давлением	а) фильтровальные свечи а) фильтровальные свечи б) мембранные фильтры

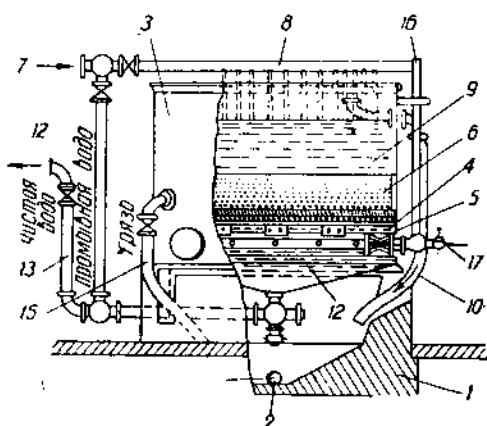
Характеристика фильтров по группам. В нижеследующем описании дана подробная характеристика каждой группы фильтров, включающая: а) краткое описание конструкции, б) перечень строительных материалов, в) режим работы, г) системы фильтров, входящих в данную группу, и их основные размеры, д) производительность — удельная и общая, е) область применения данной группы фильтров и другие данные.

ТИП I. ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ГРУБЫХ СУСПЕНЗИЙ

Класс А. Фильтры периодического действия

Группа I. Фильтры, работающие без давления или под вакуумом.

Вид а) — фильтры с зернистой или пористой насадкой (см. рис. 1). Резервуар фильтров обычно цилиндрической или прямоугольной



формы, имеет ложное днище, на которое укладывается слой фильтрующего материала — угля или дробленого кокса, угля древесного или костяного и т. п.

Зернистая насадка может быть заменена фильтрующей поверхностью из графитовых, керамиковых и т. п. плиток. Жидкость продавливается через фильтрующую поверхность гидростатическим напором и под атмосферным давлением стекает из фильтра. При необходимости увеличить производительность фильтра пространство под ложным днищем герметически закрывается и соединяется с вакуум-насосом. В этом случае фильтрат отсасывается насосом.

Эти фильтры должны быть изготовлены из мате-

риалов, удовлетворяющих заданным условиям, и могут применяться для самых едких жидкостей. Неприменимы такие фильтры для горючих летучих растворителей и для очень густых жидкостей с илообразными и липкими осадками. В химической промышленности

фильтры с зернистой или пористой насадкой применяются главным образом при небольших масштабах производства или в некоторых специальных случаях, так как их производительность, считая на 1 м² фильтрующей поверхности, невелика.

Область, где эти фильтры получили наибольшее распространение, это — очистка питьевой воды, так как очистка с коагуляцией на других фильтрах, при производительности, доходящей до 100 000 м³ в сутки и больше, требует дорогого и сложного оборудования.

Вид б) — нутч-фильтры (рис. 2, 3 и 4). Этот фильтр представляет собою открытый сверху резервуар, прямоугольный или круглый, имеющий ложное днище, на котором укрепляется фильтровальная ткань или пористые фильтрующие плитки. В пространстве под ложным днищем поддерживается вакуум.

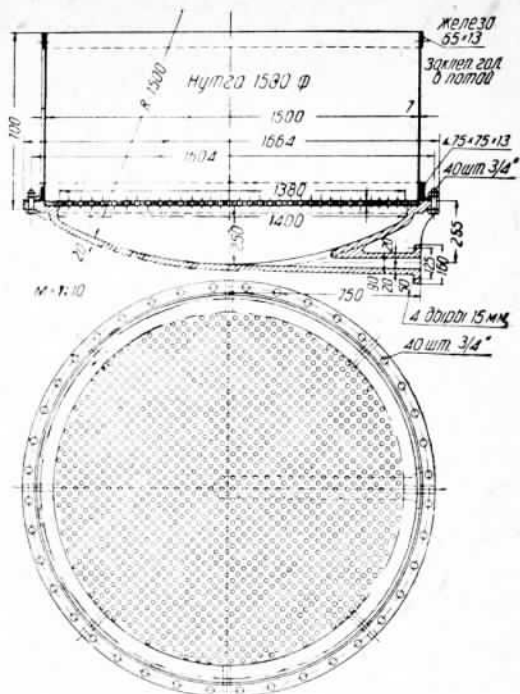


Рис. 2. Нутч-фильтр.

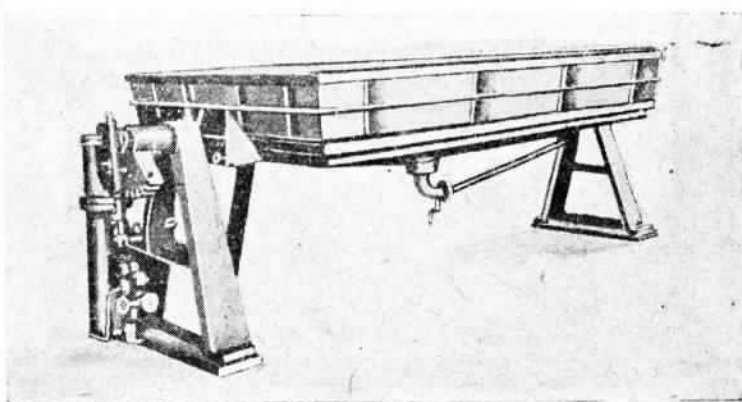


Рис. 3. Опрокидывающийся нутч в рабочем положении.

Резервуар фильтров преимущественно чугунный или железный, но может быть сделан и из других материалов: дерева, керамики и т. п.

Для защиты от действия кислот стенки резервуара футеруются кислотоупорными плитками, освинцовываются или гуммируются.

Рабочий вакуум — до 650—700 мм рт. ст.

Удельная производительность фильтров невелика и сильно колеблется в зависимости от свойств фильтруемой смеси.

Область применения: анилино-красочная промышленность, химико-фармацевтическая, основная и ряд других.

В целях удобства разгрузки нутч-фильтры снабжаются подъемными мешалками для распашки осадка. В других конструкциях один или несколько расположенных друг над другом фильтров

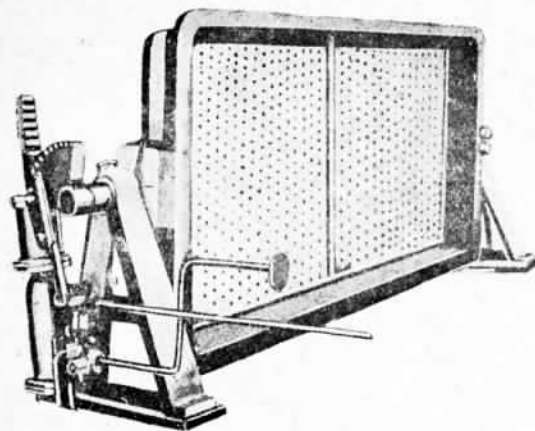


Рис. 4. Нутч-фильтр в опрокинутом положении.

укрепляются на общей станине и вращаются вокруг горизонтальных осей для сбрасывания осадка.

Вид в) — макальные фильтры (рис. 5). *Описание конструкции.* Эти фильтры представляют собой открытый сверху резервуар (обычно прямоугольный) с фильтруемой жидкостью, в которой вертикально погружено большое количество металлических рамок, обтянутых фильтровальной тканью и смонтированных на общей горизонтальной раме, соединенной с вакуум-насосом. Фильтрующая поверхность составляет или из плоских прямоугольных рамок — листов, как в листовых фильтрах, или из цилиндрических рукавов круглого сечения.

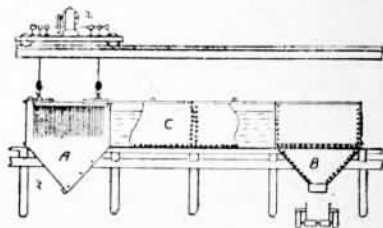


Рис. 5. Макальный фильтр.

Фильтры имеют сильно развитую фильтрующую поверхность. Батарея фильтровальных рамок, смонтированных на общем каркасе, может быть подъемной для перенесения из одного резервуара в другой, для промывки осадка и других операций.

Для предупреждения декантации в резервуаре фильтра устраивают циркуляцию жидкости.

Материалы аппарата. Резервуар фильтра — обычно железный, но в зависимости от свойств обрабатываемых суспензий как сам резервуар, так и рамы могут быть изготовлены и из других металлов — стали, алюминия и т. д.

Режим работы. Вакуум до 700 мм. Необходимо, чтобы фильтровальные элементы в течение всего процесса фильтрации были полностью погружены в жидкость. Для сбрасывания осадка применяется обычно положительное давление от 0,5 до 0,7 атм. Промывки осадков, если таковые необходимы, производятся во втором, соседнем, резервуаре. В этом случае батареи фильтров поднимаются и перемещаются из резервуара в резервуар краном. Каждый цикл продолжается около одного часа.

Системы фильтров, область применения и другие данные. Фильтры этой группы общеизвестны под именем фильтров Мура. В настоящее время эти фильтры уже почти не применяются, так как занимают сравнительно много места и отличаются сложностью работы. Они пригодны при переработке больших количеств жидкости со сравнительно небольшим содержанием твердого вещества. В свое время они были особенно распространены в горнозаводском деле при мокрой обработке руд.

Группа 2. Фильтры, работающие под давлением.

Вид а) — друк-нутчи (рис. 6). Аппарат состоит из вертикального, герметически закрытого цилиндра, разделенного горизонтальной фильтрующей перегородкой на две части. В нижней части посредством вакуум-насоса создается вакуум, тогда как в верхней части, куда подается фильтруемая жидкость, поддерживается давление; разумеется, можно работать и без вакуума.

Такие фильтры изготавливаются обычно из металла; как и при вакуум-нутчах, стенки фильтра могут иметь изнутри защитные покрытия.

Вакуум в нижней части доходит до 650—700 мм. Давление в верхней части обычно не превышает 2—3 атм, но для спе-

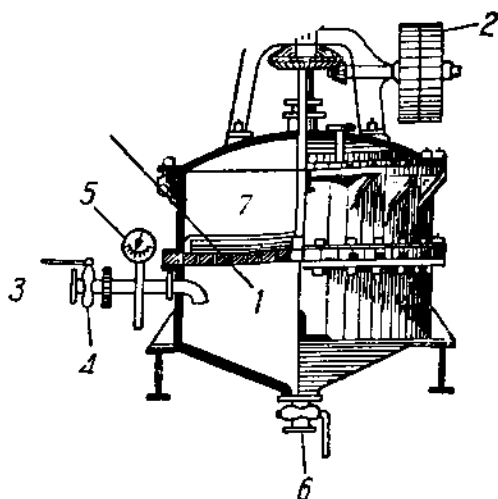


Рис. 6. Закрытый нутч с подачей фильтруемой жидкости под давлением (друк-нутчи).

1 — дырчатая перегородка, 2 — приводной шкив для вращения мешалки, 3 — отсос, 4 — кран, 5 — вакуум-метр, 6 — спуск фильтрата, 7 — мешалка

циальных целей конструируют друк-нутчи для давлений до 7—10 *ати*.

Промывка, как и все другие операции с осадком, производится тут же на месте.

Применяются эти фильтры как для нейтральных жидкостей, так и для сильных кислот и сильных щелочей (как горячих, так и холодных). При фильтрации летучих органических жидкостей нижняя часть аппарата с вакуумом не соединяется, а давление создается, как правило, инертным газом.

Недостаток этих фильтров — малая фильтрующая поверхность и, как следствие этого, малая производительность; кроме того, выгрузка осадка очень неудобна (прибегают к откидным днищам).

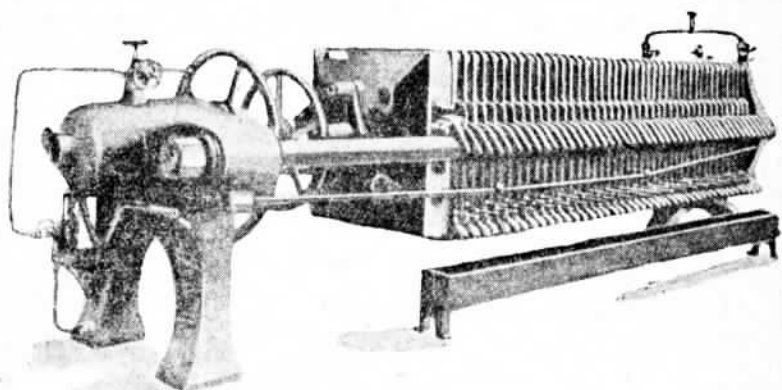


Рис. 7. Рамочный фильтрпресс.

Вид б) — фильтрпрессы. По конструкции фильтрпрессы бывают двух типов: а) рамочные и б) камерные.

Описание конструкции (рис. 7 и 8). Рамочный фильтрпресс состоит из чередующихся прямоугольных или круглых рам и плит. Между рамами и плитами зажимается фильтровальная ткань, надетая на плиты. Фильтруемая жидкость накачивается под давлением в камеру, образованную рамой и двумя соседними плитами. Жидкость фильтруется через салфетку, а осадок постепенно заполняет полость рамы. В толще наружных стенок рам и плит сделаны совпадающие отверстия, так, чтобы создать общий канал через всю систему рам и плит для накачивания жидкости в камеры. В противоположном нижнем углу каждой плиты имеется отверстие для стока фильтрата, иногда закрываемое кранами. Фильтрат в этом случае отводится из каждой плиты в отдельности. Кроме того, в теле рам и плит имеются еще каналы для подачи воды на промывку, однако промывная вода может подаваться по тем же каналам. Эти же каналы служат для впуска в камеры пара или сжатого воздуха.

При необходимости фильтрации с нагревом или охлаждением применяют плиты с отлитыми в их толще змеевиками, через которые пропускается пар или охлаждающий рассол.

Камерный фильтрпресс (рис. 9 и 10) состоит из одних только фильтровальных плит, снабженных несколько более выпуклыми ребрами, так что посредине между двумя такими плитами при их сближении образуется вместительная камера. Плиты имеют центральные отверстия, образующие соединительный канал для всех камер пресса, по которому и накачивается фильтруемая жидкость.

Камерные прессы имеют такие же приспособления для отвода фильтрата, подвода промывной воды и т. п., как и рамочные, и точно также могут быть приспособлены для фильтрации с подогревом или охлаждением.

Материалы аппарата. Камерные и рамочные фильтрпрессы изготовляются из одинаковых материалов.

Станины — чугунные. Некоторые части зажимных приспособлений — стальные. Рамы и плиты обычно деревянные или чугунные. Для специальных целей рамы и плиты изготовляются из бронзы, алюминия, твердого свинца, луженого, оцинкованного или обтянутого твердой резиной железа и т. д.

Режим работы одинаков для рамочных и камерных прессов. Фильтруемая жидкость подается обычно под давлением 2—3—4 *ати*; реже применяются давления до 6—8—10 *ати*. Для специальных целей конструируются фильтрпрессы, работающие под давлением до 35—50 *ати*.

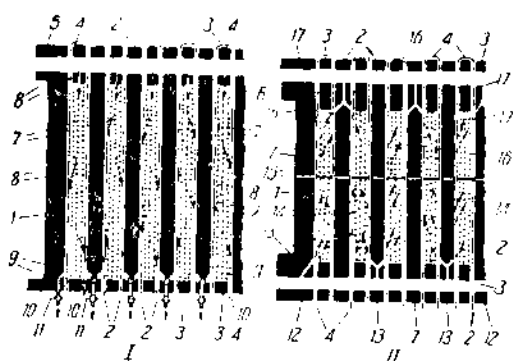


Рис. 8. Схема работы рамочного фильтрпресса. I. Фильтрация (центральное вертикальное продольное сечение части пресса). II. Промывка (вертикальные продольные сечения той же части пресса: внизу — по каналу, подающему промывочную жидкость, вверху — по каналу выводящему промыв).

1—головка пресса, 2—щиты, 3—рамки, 4—салфетки, 5—сквозной продольный питательный канал, 6—проходы в рамках для выпуска фильтруемой массы из 5 в камеры фильтрпресса, 7—«пирог», 8—фильтрат, прошедший через салфетки, 9—каналы в щитах, сообщающие камеры с каналами (10), 10—внутренние каналы в бортах щитов для вывода фильтрата, 11—спускные краники для выпуска фильтрата, 12—сквозной продольный канал для подачи промывочной воды, 13—каналы в четных щитах, сообщающие канал (12) с соответствующими камерами, 14—промывочная вода, проникающая сквозь салфетки в «пирог», 15—промыв, выходящие сквозь салфетки из «пирогов», 16—каналы в нечетных щитах, сообщающие соответствующие камеры (17), 17—диагонально противоположный канал (12) сквозной продольный канал для выпуска промыв из пресса.

Стрелки указывают направление движения жидкости.

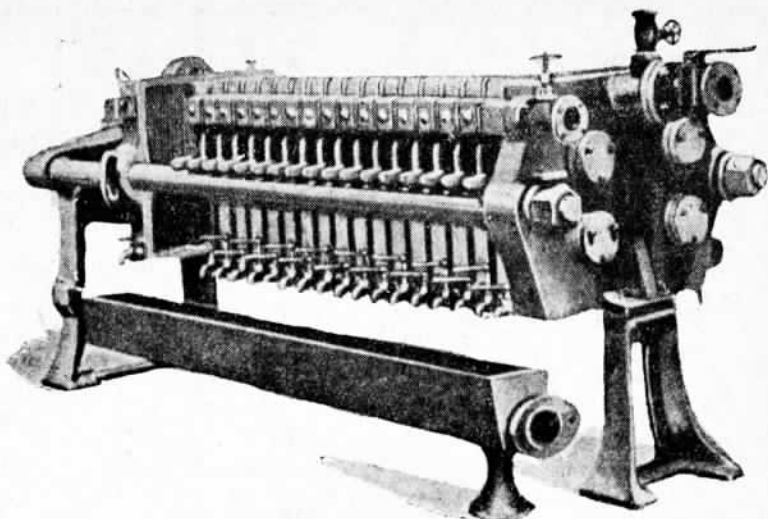


Рис. 9. Камерный фильтрпресс.

При промывании осадка вода проходит через слой осадка в направлении, противоположном или поперечном движению фильтруемой жидкости или в направлении фильтра. Наиболее совершенна

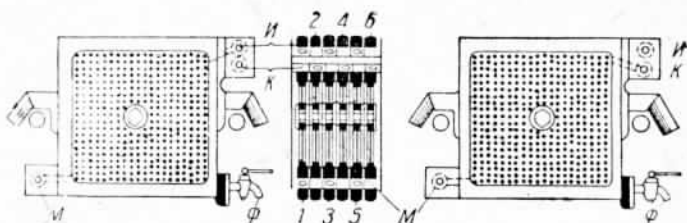


Рис. 10. Плиты камерного фильтрпресса (с карманами), работающего с полной промывкой осадка

Слева—лицевой вид одного из нечетных, справа—одного из четных щитов, посредине—схематический продольный разрез через ряд соседних щитов пресса, сомкнутых для работы.

1, 3, 5—щиты нечетных номеров, 2, 4, 6—щиты четных номеров; Φ —спускные краны камер, И—верхний сквозной воздухоотводный канал, с ответвлениями внутрь камер в нечетных щитах, М—нижний сквозной водопадающий канал с ответвлениями внутрь камер в нечетных щитах, К—верхний сквозной водоотводный канал с ответвлениями внутрь камер в четных щитах.

промывка осадка в фильтрпрессах с круглыми плитами. Кроме того, как правило, в рамных фильтрпрессах промывка осадка более совершенна, чем в камерных. В рамных фильтр-

прессах достигается также более равномерная толщина пирога осадка и избегается наслаивание в отдельных местах толстых слоев осадка, недоступных действию промывных вод.

Системы фильтров и основные размеры. В СССР наибольшее распространение получили рамочные фильтрпрессы сист. Кроога и Абрагама. Киевский завод „Большевик“ изготовляет рамочные фильтрпрессы следующих размеров (таблица 5):

Таблица 5

Размер рам (мм)	Количество рам	Количество подвижных плит	Фильтрующая поверхность (м ²)	Вес (кг)	Затвор
800×800	42	41	54	15 000	Ручной
910×910	42	41	70	15 700	Гидравлич.
1000×1000	42	41	84	18 000	.

ГНИИХМом¹ ВОСХИМа предложены типовые рамы размерами 300×300 мм, 800×800 мм, 1000×1000 мм.

Наиболее распространенные размеры камерных фильтрпрессов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Фильтрующая поверхность (м ²)	Размер камер (мм)	Количество камер	Объем осадка (л)	Габариты (мм)
2	300×300	12	15	0,8×1,5×0,8
5	450×450	12	60	0,8×2×1
10	450×450	18	90	1,3×2×1
13	450×450	24	100	1,3×2,5×1
16	450×450	30	150	1,3×2,5×1
20	600×600	21	210	1,5×2,5×1,2
24	600×600	30	250	1,5×2,5×1,2
28	600×600	36	310	1,5×3,5×1,2
33	600×600	42	370	1,5×3,5×1,2
45	750×750	36	500	1,8×3,5×1,5
65	900×900	36	750	2,0×4×2
77	900×900	42	900	2,0×4×2
87	900×900	48	1000	2,0×5×2
110	900×900	60	1250	2,0×6×2

¹ В настоящее время реорганизован в Экспериментально-конструкторский институт химического машиностроения (ЭКИХИМАШ).

Известны фильтрпрессы и значительно большей производительности, количество плит в которых доходит до 200 шт., а площадь фильтрующей поверхности — до 200—250 м². ГНИИХМом предложены типовые плиты камерных фильтрпрессов размерами 300×300 и 800×800 мм.

В таблицах 7 и 8 для примера даны размеры деревянных камерных и рамных фильтрпрессов одной германской фирмы (Wegelin K. Hübner).

Таблица 7

Размеры деревянных камерных прессов

Размер плит (м)	Число камер	Фильтрующая поверхн. (м ²)	Объем осадка при толщине лепешки 25 мм (л)	Вес фильтра (т)
1,0×1,0	48	58	734	7,6
1,0×1,0	60	74	920	8,6
1,0×1,0	72	88	1100	9,6
1,2×1,2	42	77	970	9,1
1,2×1,2	48	88	1100	9,7
1,2×1,2	60	110	1380	10,8
1,2×1,2	72	132	1660	12,2
1,2×1,2	84	154	1930	13,5
1,2×1,2	96	176	2200	14,8

Область применения и другие данные. Область применения фильтрпрессов чрезвычайно обширна: они применяются во всех отраслях химической промышленности — в производстве искусственных удобрений, графита, фосфорной кислоты, фосфорнокислого кальция, квасцов, бланфикса, жженой магнезии, охры, фарфоровой глины, гидрата окиси никеля, квасцов, анилиновых и ализариновых красителей, хромовых красок, минеральных красок, салициловой кислоты, силикатных красок, гидрата окиси алюминия, сернокислого алюминия, ультрамарина, умбры, цинковых белил, виннокаменной кислоты, калийных солей, сахара, виноградного сахара, дрожжей, для фильтрации таких веществ, как ворвань, стеарин, парафин, антрацен, желатин, глицерин, церезин, жирных кислот, масел минеральных и растительных и т. д.

Рамочные фильтрпрессы более распространены, чем камерные, так как дают возможность накапливать больший объем осадка, промывка осадка более совершенная и износ фильтровальной ткани меньше. Зато камерные фильтрпрессы проще по конструкции, более пригодны для высоких давлений и имеют более широкий канал для подачи фильтруемой жидкости, что уменьшает опасность его засорения. Поэтому камерные фильтрпрессы

Размеры деревянных рамных прессов

Размер плит (м)	Число рам	Фильтрующ. поверхность (м ²)	Объем осадка при толщине лепешки 30 мм (м ³)	Вес пресса (т)
1,0 × 1,0	48	58	0,88	7,8
1,0 × 1,0	60	74	1,10	8,8
1,0 × 1,0	72	88	1,32	9,8
1,2 × 1,2	42	77	1,16	9,4
1,2 × 1,2	48	88	1,32	10,0
1,2 × 1,2	60	110	1,66	11,2
1,2 × 1,2	72	132	1,99	12,5
1,2 × 1,2	84	154	2,32	13,8
1,2 × 1,2	96	176	2,64	15,1
1,45 × 1,45	42	115	1,72	15,0
1,45 × 1,45	48	132	1,97	16,0
1,45 × 1,45	60	165	2,46	18,0
1,45 × 1,45	72	198	2,96	20,0
1,45 × 1,45	84	230	3,45	22,0
1,45 × 1,45	96	263	3,94	24,0

более пригодны для фильтрации жидкостей, склонных забивать узкие ходы и отверстия (концентрированные растворы солей, расплавленный воск, церезин, парафин, стеарин, нафталин и т. д.) и не фильтруемых поэтому на рамных прессах.

Допускаемая толщина слоя осадка — пирога — в камерных фильтрпрессах составляет 25—30 мм, в рамных доходит до 50—80 мм.

Вид в) — фильтры механические листовые. *Описание конструкции.* Фильтры механические листовые имеют сильно развитую фильтрующую поверхность; они до некоторой степени аналогичны фильтрпрессам. Существенное отличие от последних состоит в том, что в листовых фильтрах рамы, обтянутые снаружи фильтровальной тканью, погружены в герметически закрытый кожух, в который под давлением накачивается фильтруемая жидкость. Фильтрат проходит сквозь ткань внутрь рам (в сборную часть) и стекает под некоторым давлением. Осадок остается на наружной стороне фильтровальной ткани. Промывка осадка производится в том же аппарате, для чего в него вместо фильтруемой жидкости накачивается вода. Фильтры — разборные.

Рамы легко вынимаются и разбираются, чтобы удобнее было удалять осадок, сменять фильтровальные ткани и производить другие операции.

Материалы аппарата. Кожух фильтра обычно чугунный, но может быть сделан и из других металлов: бронзы, стали и т. д.

Для высоких давлений делают фильтры со стальным кожухом.

Режим работы. Для фильтров с чугунным кожухом давление не выше 4 *ати*. Для специальных стальных фильтров допускается давление до 15—16 *ати*. Температура фильтруемой жидкости может быть высокой (200—250°).

Система фильтров и основные размеры. Наиболее распространены фильтры Келли (рис. 11), Свитлэнда (рис. 12) и Прокша (рис. 13).

Фильтры Прокша, изготавливаемые сумским и киевским заводами, имеют размеры рам (листов) 700×725 мм, при фильтрую-

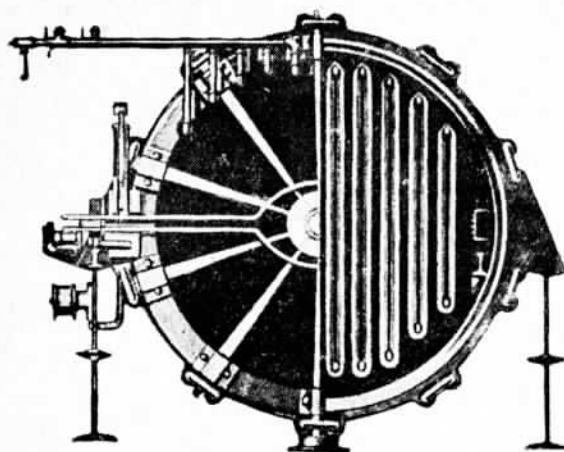


Рис. 11. Фильтр Келли (поперечный разрез).

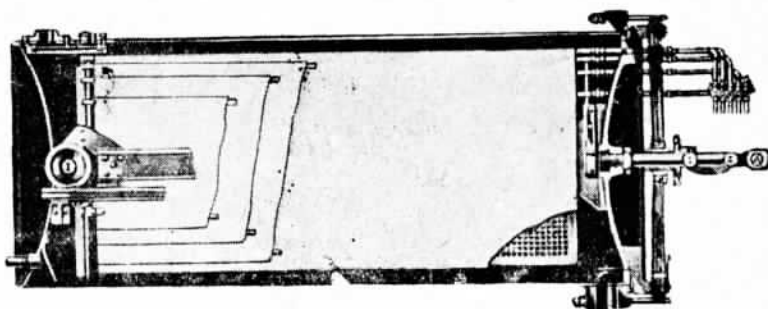


Рис. 11а. Фильтр Келли (продольный разрез).

щей поверхности 1 м². Максимальное количество листов—41, с общей фильтрующей поверхностью в 41 м².

Основные размеры фильтров Келли и Свитлэнда даны в таблицах 9 и 10.

Производительность удельная, общая. В практике сахарных заводов фильтры Келли делают до 40 операций в сутки, т. е.

Таблица 9

Размеры фильтров Келли

Фильтрующая поверхн. (m^2)	0,4	1,5	14	23	42	60	79	84	120
Число листов	3	6	9	8	10	12	10	10	12
Диам. резервуара (м)	0,2	0,8	0,8	1,0	1,2	1,5	1,5	1,2	1,5
Длина резервуара (м)	0,5	1,2	2,1	2,7	3,1	2,7	4,3	3,1	2,7
Емкость резервуара (m^3)	0,02	0,5	0,9	2,1	3,4	5,0	7,8	3,4	5,0
Вес лепешки (кг)	10	310	10,0	1700	3065	4430	5790	6130	8860
Габариты в плане (м)	$0,5 \times 1,2$	$1,2 \times 3,1$	$1,2 \times 4,6$	$1,5 \times 6,1$	$1,7 \times 7,0$	$2,1 \times 8,2$	$2,1 \times 10,1$	$1,7 \times 11,9$	$2,1 \times 11,6$
Вес (кг)	98	1455	2270	2820	5050	8180	9550	10130	14206

Таблица 10

Размеры фильтров Свитленда

	№ 1	№ 2	№ 5	№ 7	№ 10	№ 12
Внутрен. диаметр (мм)	254	406	635	635	788	940
Внутрен. длина (мм)	13	928	1550	2080	2770	3685
При расст. между центрами листов 50 мм:						
Количество листов	9	17	29	41	53	71
Фильтрующая поверхн. (m^2)	0,8	4,3	18	25	50	96
Лепешка (л)	10	50	220	310	630	1210
При расст. между центрами листов 75 мм:						
Количество листов	7	12	20	27	36	48
Фильтрующая поверхн. (m^2)	0,7	3,0	12	16,4	34	65
Лепешка (л)	14	60	310	420	860	1640
При расст. между центрами листов 100 мм:						
Количество листов	5	9	15	20	27	36
Фильтрующая поверхн. (m^2)	0,5	2,2	9	12	25,4	49
Лепешка (л)	20	90	350	460	970	1760
Габариты в плане (м)	$0,9 \times 0,8$	$1,2 \times 1,5$	$1,9 \times 2,7$	$1,9 \times 3,2$	$2,3 \times 4,2$	$2,5 \times 5,2$
Вес (кг)	230	610	2720	3500	5800	10000

продолжительность одной операции составляет около 40 мин. При обработке золотых руд по методу цианистого выщелачивания один большой фильтр Келли ежедневно обрабатывает до

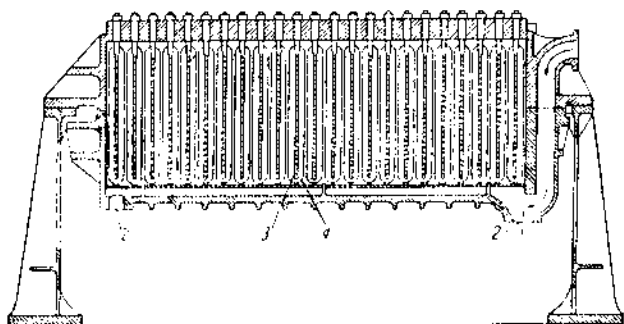


Рис. 12. Фильтр Свитлэнда (продольный разрез).

100 t золотой руды, т. е. при хорошо фильтрующихся осадках производительность фильтра составляет около 35 кг осадка на 1 m^2 фильтрующей поверхности в час.

Фильтры Свитлэнда наибольших размеров дают до 25 t осадка в сутки при объеме осадка за одну операцию до 4,5—5,0 m^3 .

Область применения и другие данные. По сравнению с фильтрпрессами механические фильтры требуют меньше обслуживающего персонала, обладают большей производительностью и требуют меньше жидкости на промывку. Кроме того, механические фильтры, учитывая их простоту, более пригодны для таких густых жидкостей, как глицерин, растительные и минеральные масла и т. д.; эти фильтры очень удобны также для фильтрации легколетучих жидкостей (спирт, эфир и т. п.), не фильтруемых под вакуумом и на фильтрах открытого типа.

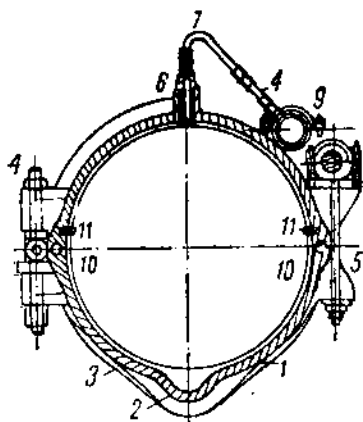


Рис. 12а. Фильтр Свитлэнда (поперечный разрез).

Механические фильтры применяются для фильтрации больших количеств всевозможных жидкостей без особенно повышенного давления и с небольшим содержанием взвешенных веществ; в частности, — для фильтрования эфира, расплавленных едких щелочей, жидкого хлора, церезина, жирных кислот, глицерина, дубильных веществ, канифоли, продуктов сухой перегонки дерева, костяного

Материалы аппарата. Корпус фильтра — чугунный, но может быть выложен свинцом, алюминием или другим металлом. Из тех же материалов могут быть изготовлены и диски.

Режим работы. Давление в кожухе — до 2,5 *ати*. Вакуум внутри дисков 650—700 *мм*. Полной непрерывности работы в этом

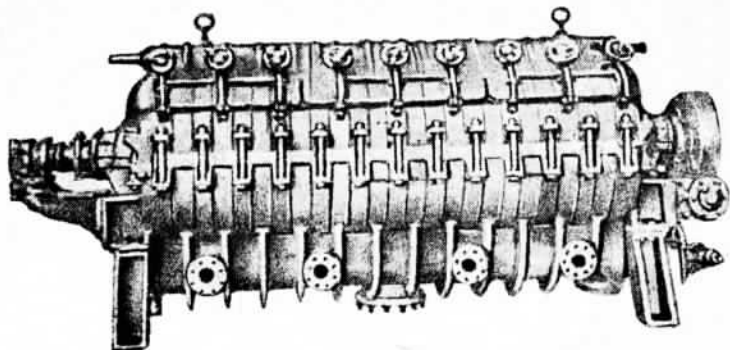


Рис. 14. Фильтр Валле.

фильтре нет. Когда слой осадка на дисках достигнет 30 *мм*, приступают к его промывке, для чего в кожух накачивают воду. Для выгрузки осадок сбрасывают с помощью сжатого воздуха

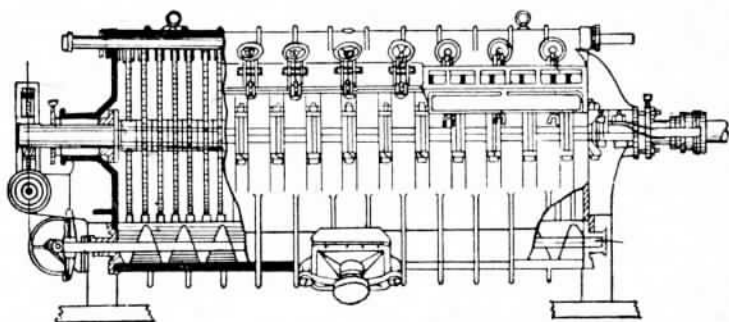


Рис. 14а. Фильтр Валле.

или смывают с дисков струей воды на дно кожуха и удаляют с помощью шнека через нижний люк.

Каждый цикл длится 40 мин.

Вследствие вращения фильтрующих поверхностей, в этих фильтрах не наблюдается образования разных слоев осадка, как это имеет место в листовых фильтрах; в последних, вследствие вертикального расположения фильтрующих поверхностей, внизу получается более толстый слой осадка, чем вверху. Кроме того, если осадок состоит из более тяжелых и более легких частиц, то в листовых фильтрах большая часть более тяжелых частиц

будет оседать на нижних частях фильтровальных поверхностей. В закрытых вращающихся дисковых фильтрах этого не наблюдается.

Системы фильтров и основные размеры. Единственным представителем этой группы являются фильтры Валле (рис. 14).

Таблица 11

Основные размеры фильтров Валле

Производственные данные	№ 2В	№ 2	№ 3	№ 4
При расст. между листами в 75 мм				
Количество листов	8	20	34	41
Фильтрующая поверхн. (м ²)	3,0	7,5	35,5	68,5
Лепешка (л)	40	90	450	860
При расст. между листами в 100 мм				
Количество листов	6	15	26	31
Фильтрующая поверхн. (м ²)	2,0	5,5	27,5	52
Лепешка (л)	60	160	790	1480
При расст. между листами в 150 мм				
Количество листов	4	10	17	21
Фильтрующая поверхн. (м ²)	1,5	3,5	18	35
Лепешка (л)	90	210	1020	1980
Объем в литрах	190	420	1820	3140
Вес (кг) при расст. в 75 мм	805	1430	6130	9900
" " " " " в 100 мм	805	1320	5725	8850
" " " " " в 150 мм	740	930	5260	8180
Габариты в мм				
Длина	2440	3660	5300	6100
Ширина	915	915	1220	1525
Высота	965	965	1680	1885

Область применения фильтров Валле приблизительно та же, что и листовых фильтров, но несколько уже, так как они совершенно непригодны для фильтрации горячих, летучих жидкостей и менее пригодны для плохотрафирующихся осадков, благодаря меньшей движущей силе. Зато, как уже указывалось выше, эти фильтры более пригодны для отделения тяжелых осадков и осадков, представляющих собой смесь более тяжелых и более легких частиц.

Класс Б. Фильтры непрерывного действия

Все существующие фильтры непрерывного действия объединяются в одну общую группу — фильтры, работающие под вакуумом. Вращающиеся вакуум-фильтры непрерывного действия, благодаря многим своим преимуществам, получили чрезвычайно широкое распространение во всех отраслях промышленности, в частности в химической промышленности.

Фильтры этой группы имеют несколько видов, но все они имеют много общих черт, а потому и область применения всей группы этих фильтров приблизительно одинакова.

Приводим список веществ, фильтруемых на фильтрах этого класса:

Сернистая сурьма.
Аммонийная селитра.
Мышьяковокислосое железо.
Углекислый барий.
Сернокислый барий.
Сахарат бария.
Двууглекислая сода.
Кодошниковая пыль.
Бордосская жидкость.
Мышьяковокислый кальций.
Углекислый кальций.
Фосфорнокислый кальций.
Сернокислый кальций.
Сернистокислый кальций.
Вольфрамовокислый кальций.
Каустический шламм.
Цементная медь — медь, осажденная из раствора.
Жидкий цемент.
Углекислый магний.
Пульпа мальтозы.
Перекись марганца.
Молибденовый блеск.
Чилийская селитра.
Охра.
Бумажная масса.
Красители.
Пыль печей для обжигания цемента.
Керамиковая глина.
Медные концентраты.
Окись меди.
Крахмал зернистый.
Динитрофенол.
Шламм золотой руды.
Графитовые концентраты.
Гипс.

Железные концентраты.
Шламм электролит, цинка.
Фосфорнокислосое железо.
Каолин.
Мышьяковокислый свинец.
Углекислый свинец.
Свинцовые концентраты.
Ламповая сажа.
Литопон.
Известковый сахарат.
Поваренная соль.
Сточные воды.
Окись кремния.
Шламм серебряной руды.
Концентраты серебряной руды.
Уксуснокислый натрий.
Натровая соль бензолсульфокислоты.
Натровая соль β -нафталинсульфокислоты.
Картофельный крахмал.
Двухромовокислый калий.
Углекислый калий.
Марганцевокислый калий.
Ванадиевый преципитат.
Свинцовые белила.
Мел отмученный.
Цинковые концентраты.
Углекислый цинк.
Сернокислый натрий.
Сернистокислый натрий.
Крахмал.
Стеарин.
Углекислый стронций.
Тальк.
Вольфрамовый шламм.
Цинковый шламм, и т. д. и т. д.

Следует отметить, что все фильтры этого класса совершенно непригодны для фильтрации горячих, легко летучих жидкостей и мало пригодны для густых вязких жидкостей, а также мало пригодны для труднофильтруемых мажущих и липких осадков,

так как движущая сила фильтрации во всех этих фильтрах, в лучшем случае, составляет около 650 — 700 мм ртутного столба.

Особенности устройства, эксплуатации и применения той или иной группы этого класса фильтров указываются ниже для каждого вида фильтра отдельно.

Группа 1. Фильтры, работающие под вакуумом

Вид а) — вращающиеся барабанные вакуум-фильтры. *Описание конструкции.* Фильтр состоит из решетчатого барабана, вращающегося на горизонтальном полом валу и погруженного приблизительно до оси в корыто, в которое

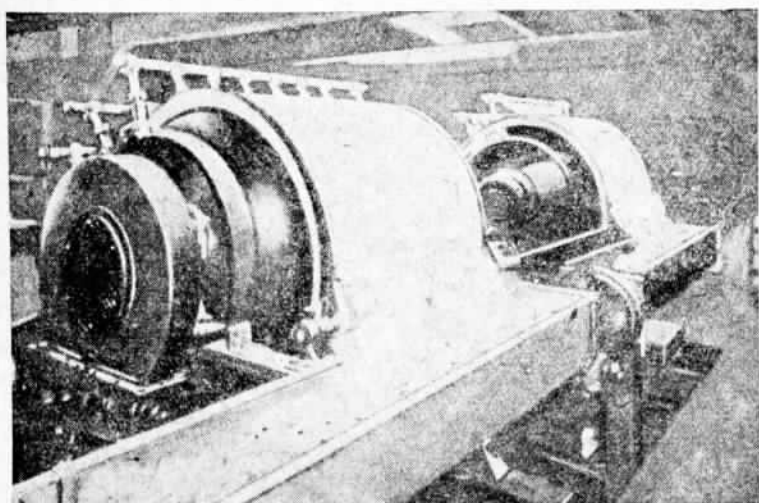


Рис. 15. Барабанный фильтр Вольфа с фильтровальной поверхностью в 4,5 м².

подается фильтруемая жидкость. Барабан обтянут снаружи фильтровальной тканью и внутреннее пространство его через полый вал соединено через сборник с вакуум-насосом. Благодаря разрежению внутри барабана жидкость всасывается в него через фильтрующую оболочку и удаляется через полую ось, а на наружной поверхности барабана накапливается слой осадка. Удаление осадка производится автоматически (благодаря вращению барабана) ножом, неподвижно укрепленным на определенном расстоянии (обычно 3—5 мм) от фильтрующей поверхности барабана. Таким образом на фильтре все время остается слой осадка толщиной 3—5 мм, играющий роль дополнительного фильтровального слоя.

Внутреннее пространство барабана разделяется радиально расположенными перегородками на отдельные ячейки, в которых последовательно создается различная степень разрежения или даже некоторое избыточное давление, — в зависимости от того, какая операция с осадком производится в данный момент той или иной ячейкой.

Для предупреждения скопления осадка на дне корыта применяют или механические мешалки или циркуляцию жидкости.

Материалы аппарата. Корпус фильтра — корыто — обычно чугунный, но может быть изготовлен из специальных щелоче- или кислотоупорных чугунов, бронзы и т. д. Корпус может быть также покрыт слоем цинка, олова, алюминия или свинца, в за-

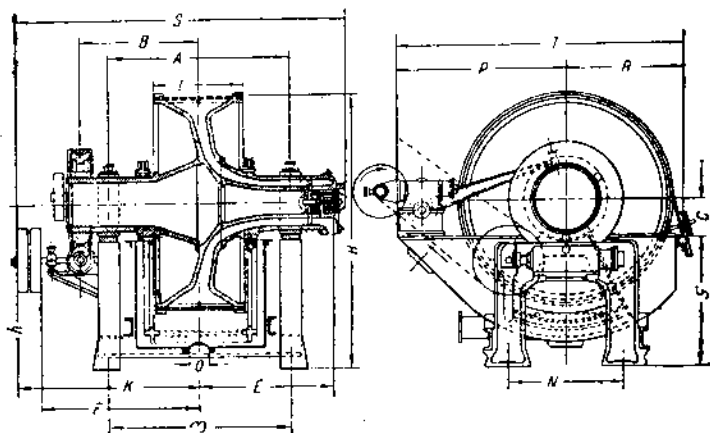


Рис. 15а. Барабанный вакуум-фильтр конструкции ГНИИХМа.

висимости от свойств обрабатываемой жидкости. Из тех же материалов изготавливается и сам барабан.

Режим работы. Скорость вращения барабана зависит от природы осадка: скорость не падает ниже 0,1 оборота в минуту и достигает 3 оборотов при пористых осадках.

Разрежение в различных ячейках-камерах, в зависимости от того, для какой цели они служат, поддерживается от 200—250 мм до 650—700 мм ртутного столба.

Толщина слоя осадка обычно поддерживается от 25 до 40 мм.

Наибольшее погружение достигает 60—70% от поверхности барабана (обычно — 35%).

Системы фильтров и их основные размеры. Наиболее известны фильтры Оливера (см. рис. 17) и Вольфа (рис. 15 и 16), фильтры Ф'ейнка (рис. 18).

Основные размеры фильтров Оливера

Таблица 12

Диаметр барабана (мм)	Длина барабана (мм)	Поверхность (м ²)	Материал, из которого сделан барабан фильтра
910	150	0,40	Чугун
910	300	0,85	"
910	610	1,70	Дерево или чугун
910	1220	3,50	"
1220	610	2,40	Чугун или сталь
1220	1220	4,70	"
1220	1830	7,00	"
1830	1220	6,50	Чугун
1830	1830	9,75	"
1830	2440	13,00	"
1830	3050	16,25	"
1830	3660	19,50	"
2440	1830	14,00	Дерево или сталь
2440	2440	19,00	"
2440	3050	23,50	"
2440	3660	28,00	"
3500	2440	27,00	"
3500	3500	34,00	"
3500	3660	41,00	"
3500	4270	47,00	"
3500	4880	54,00	"
3500	5490	61,00	"
3500	6100	67,00	"
4270	4270	58,00	"
4270	4880	66,00	"
4270	5490	74,00	"
4270	6700	83,00	"
4270	7320	97,00	"

Нормальные размеры фильтров Вольфа

№	Диаметр барабана (мм)	Длина барабана (мм)	Фильтрующая поверхность (м ²)	Потребность в энергии (ЛС)	Вес кг
1	1200	150	0,5	0,75	1000
2	1400	400	1,5 ^{**}	1,00	2200
3	1400	750	3,0	1,50	3200
4	1400	1100	4,5	2,00	4000
5	1400	1500	6,0	2,50	5500
6	1400	2200	9,0	3,75	7000
7	2500	2400	10,0	4,00	12500
8	2500	2800	20,0	6,00	23000

Число отдельных камер-ячеек в барабанных фильтрах не ниже 12, а в отдельных конструкциях доходит до 60. ГНИИХМом

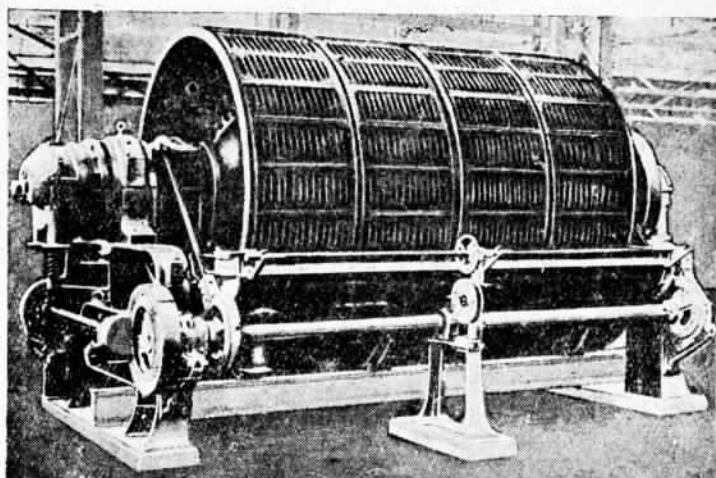


Рис. 16. Барабанный фильтр Вольфа с фильтровальной поверхностью в 24 м².

предложены типовые размеры барабанных вращающихся вакуум-фильтров (одинарных), указанные в табл. 14.

Техническая характеристика этих фильтров по ГНИИХМу дана в табл. 15.

Производительность удельная и общая—см. табл. 16 и 17.

Барабанный вакуум-фильтр (таблица размеров по ГНИИХМу)

Тип	Филтрующий поверхн. (м ²)	Кол-во распредел. по ловкам	Габариты			Вес (кг)	A	B	C	D	E	F	G	h	I	K	L	M	N	O	P	R	Шпильки		
			H S T																				a	b	
			H	S	T																				
D 1,2	1	1	1530	800	1900	1800	—	—	—	1200	—	—	—	—	240	—	300	—	—	—	—	—	—	400	100
L 0,3																									
D 1,6	3	1	2135	2100	2240	3800	1200	730	450	1400	783	—	1050	855	265	1230	500	1140	900	100	1280	960	500	100	100
L 0,6																									
D 1,6	6	2	2135	2000	2240	5300	1830	1370	480	1600	1125	2075	1030	835	265	1372	1300	1750	900	100	1280	960	500	100	100
L 1,2																									
D 1,8	5	1	2230	3085	2500	5700	1810	1135	480	1800	1100	—	1025	820	275	1585	900	1710	1000	100	1400	1100	600	100	100
L 0,9																									
D 1,8	10	2	2230	4180	2500	8100	2770	1610	480	1800	1580	1950	1425	820	275	2200	1900	2820	1000	100	1400	1100	600	100	100
L 1,8																									
D 2,1	6	1	2580	2750	2880	6400	1550	1830	505	2100	1100	—	1215	1020	310	1300	1000	—	—	—	125	1630	1250	700	100
L 0,9																									
D 2,1	12	2	2580	4750	2880	11200	2360	1550	505	2100	1600	1880	1215	1020	310	2000	1000	—	—	—	125	1630	1250	700	100
L 1,8																									
D 2,6	10	1	3288	3800	3470	13800	2450	675	509	2600	1430	—	1600	1301	300	1370	1350	1950	1620	150	1970	1500	800	125	125
L 1,2																									
D 2,6	20	2	3280	5045	3470	17400	3450	2025	509	2600	2100	2425	160	1391	300	2720	1350	3500	1620	150	1970	1500	800	135	135
L 2,4																									
D 2,5	15	1	3280	4450	3470	18000	2450	1275	509	2600	1540	—	1600	1301	300	2720	1350	3500	1620	175	1970	1500	900	150	150
L 1,8																									
D 2,6	30	2	3280	6350	3470	25000	4400	2250	569	2600	2315	2580	1600	1301	300	2975	1950	4450	1620	175	1970	1500	900	150	150
L 2,6																									

Барабанный вакуум-фильтр

Расходные коэффициенты

Характеристика	D/L							
	1,2/0,3	1,6/0,6	1,8/0,9	1,6/1,2 и 2,1/0,9	1,3/1,8 и 2,6/1,2	2,1/1,8	2,6/1,8	2,8/2,4
Фильтрующая поверхность (м^2)	1	3	5	6	10	12	15	20
Мощность на шкиве фильтра (ЛС)	1	2	3	3,5	5	6	6	7
Мощность вакуум-насоса (ЛС)	2,5	9	15	20	30	38	45	60
Производительность вакуум-насоса ($\text{м}^3/\text{мин}$)	1,5	6	10	12	20	24	30	40
Мощность воздуходувки (ЛС) . .	1	1,5	1,8	2	2,8	3	3,5	4
Полный расход мощности (ЛС) .	4,5	12,5	20	25,5	38	47	54,5	71
								95

Примечания. 1. В полный расход мощности не входит мощность центробежного насоса, выбор которого зависит от количества отсасываемого filtrата.

2. Расход воздуха для вакуум-насоса является средней ориентировочной цифрой, и ее величина колеблется в зависимости от структуры материала.

Таблица 16

Ориентировочная производительность барабанных фильтров Оливера
(в тоннах осадка на 1 м² фильтрующей поверхности в 24 часа)

Фильтруемый материал	Минимум	Среднее	Максимум
Цианистый шламм	1,0 т	2,0 т	7,5 т
Концентрат флотационного процесса .	1,0 „	3,0 „	10,0 „
Железные магнитные концентраты . .	10,0 „	15,0 „	20,0 „
Сахарат—холодный процесс	1,0 „	1,1 „	1,25 „
„ горячий процесс	5,0 „	6,0 „	7,5 „
Сатурационная грязь	10,0 „	12,5 „	15,0 „
Двууглекислая сода при аммиачном про- цессе	10,0 „	12,5 „	15,0 „
Осадок гипса	2,0 „	3,0 „	4,0 „
Очистка смазочного масла	1,0 „	1,75 „	3,0 „
Остатки от крекинг-процесса	3,0 „	4,0 „	5,0 „
Промывка целлюлозы	2,5 „	4,0 „	5,0 „
Крахмал	4,0 „	5,0 „	6,0 „
Угольный порошок	5,0 „	7,5 „	10,0 „
Грязь канализационных нечистот . . .	0,05 „	0,075 „	0,1 „
Количество профильтрованного осаж- денного крахмала	—	10000 л	—
Количество профильтрованного смазоч- ного масла при его очистке	—	6500 „	—

Таблица 17

Производительность фильтров Вольфа (по преискурантам)

Фильтруемый материал	Количество влажного осад- ка с 1 м ² по- верх. в кг в час	Содержа- ние воды в осадке в %
Свинцовые белила	1465	25
Гипс	435	33,5
Каменноугольная смесь, освобожденная от глины	500—2000	12—24
То же с примесью глины	300—1200	18—30
Суспензия бурого угля малой концентрации (сточ- ные воды брикетных заводов, содержание твердой фазы 1,5—5 проц.)	75—450	40—50

Таблица 17 (окончание)

Фильтруемый материал		Количество влажного осадка с 1 м ² по- верх. в кг в час	Содержание воды в осадке в %
Калиевые соли	Хлористый калий	600—2500	4—18
	Искусственный карналит	400—2000	4—18
	Сульфат калия	300—800	4—18
Глауберова соль		1600—3000	4—18
Кукурузный и картофельный крахмал		400—800	36—42
Сырая фосфорная кислота		250—450	25—30
Меловая суспензия малой концентрации		80—200	21—24
Известковая суспензия малой концентрации		250—400	38—48
Краски		150—475	15—60
Каолин, глина, фарфор		75—300	24—36
Цинковый и свинцовый блеск, освобожденный от глины и других примесей		250—1500	13—16
Сернокислый раствор цинка		300—1200	13—18
Целлюлоза снимается с фильтра в виде бесконеч- ной влажной ленты; 1 м ² поверхности отфиль- тровывает 20—40 м ³ суспензии, содержащей 1,5—4 проц. клетчатки		—	—
Минеральное масло с фулеровой землей		300—800	чистого масла
Каустический шлам		1670	40
Цинковый шлам		1000—1580	4,23

Область применения и другие данные. Область применения барабанных фильтров была подробно указана выше. Они мало пригодны для суспензий из крупнозернистых и тяжелых частиц.

Исходный материал предпочтителен с высоким содержанием взвешенных частиц—не менее 15—25%. При разбавленных суспензиях необходимо предварительное уплотнение.

Осадок содержит в среднем от 10 до 20% влажности; при кристаллических осадках удается понизить влажность и ниже 10%, а при коллоидальных осадках она повышается до 30—50%.

Вид б)—вращающиеся дисковые вакуум-фильтры (рис. 19). *Описание конструкции.* Фильтр состоит из одного или нескольких (до 13) плоских, полых внутри дисков, обтянутых фильтровальной тканью и насаженных на горизонтальную полую ось. Диски разделены на секторы, которые могут быть последовательно соединены посредством распределительного

клапана с вакуумом (при фильтрации, промывке и просушке) или сжатым воздухом (при удалении осадка) и погружены до половины в корыто с фильтруемой жидкостью. Вал вместе с дисками медленно вращается в корыте. Фильтрация производится через боковую (плоскую) поверхность дисков, чем достигается лучшее использование вращающихся поверхностей по сравнению с барабанными фильтрами. Так например фильтр из 13 дисков $\varnothing=2,5$ м и с фильтровальной поверхностью ≈ 110 м² занимает площадь около 20 м², тогда как барабанный фильтр с поверхностью 110 м² должен иметь диаметр барабана $= 4,7$ м, при длине около 7,0 м, и будет занимать площадь ≈ 40 м².

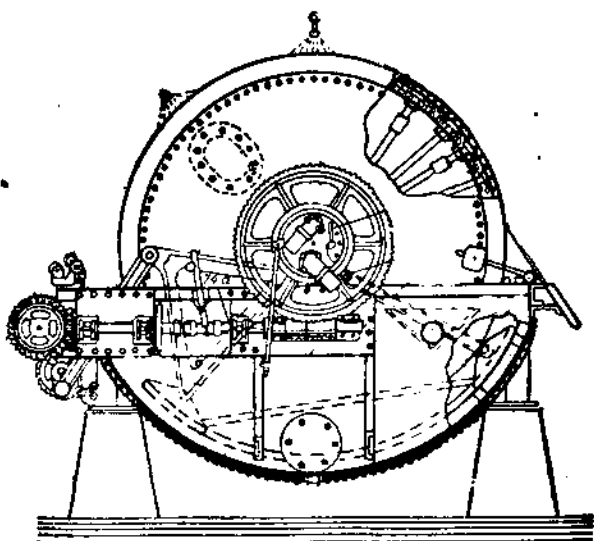


Рис. 17. Барабанный вакуум-фильтр сист. Оливера.

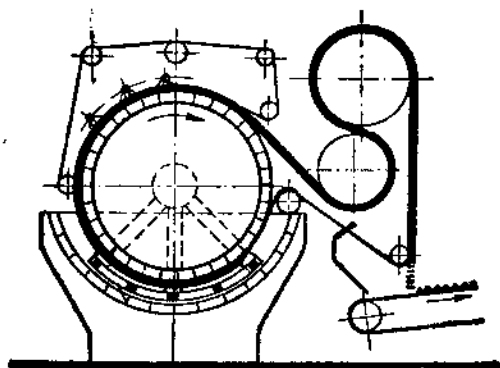


Рис. 18. Ленточный фильтр Ф'Ейнка.

Материалы аппарата. Материалы дисковых фильтров те же, что и для барабанных. Диски часто конструируются из дерева.

Режим работы тот же, что и для барабанных фильтров. Давление пара или воздуха, применяемого для продувки, обычно около 0,7 кг/см².

Системы фильтров и основные размеры. Наиболее известные американские дисковые фильтры Оливера.

По данным других фирм, фильтрующая поверхность дисковых фильтров составляет от 2 до 90 м² при числе дисков от 1 до 13, диаметре дисков от 1220 до 2300 мм и занимаемой площади до ≈ 20 м².

Основные размеры дисковых фильтров Оливера

№	Диаметр дисков (мм)	Колич. дисков	Фильт- рующая поверх- ность (м ²)	Габариты в плане (мм)	Высота (мм)	Вес (кг)
4—1	1220	1	2,0	1800 × 1120	1575	1000
4—2	1220	2	4,1	1800 × 1525	1575	1220
4—3	1220	3	6,1	1800 × 1830	1575	1500
4—4	1220	4	8,2	1800 × 2180	1575	1720
6—2	1830	2	9,3	2540 × 1575	2340	2860
6—3	1830	3	14,0	2540 × 2030	2340	3320
6—4	1830	4	18,6	2540 × 2590	2340	3680
6—5	1830	5	23,2	2540 × 3050	2340	4080
6—6	1830	6	27,8	2540 × 3610	2340	4500
8—2	1980	2	18,6	3380 × 2080	2850	5130
8—3	1980	3	27,8	3380 × 2440	2850	5900
8—4	1980	4	37,2	3380 × 3000	2850	6630
8—5	1980	5	46,5	3380 × 3660	2850	7540
8—6	1980	6	55,7	3380 × 4120	2850	8260
8—8	1980	8	74,3	3380 × 5240	2850	10100
9—4	2750	4	37,2	3380 × 3460	2850	9550
9—6	2750	6	55,7	3380 × 5030	2850	11800
9—8	2750	8	74,3	3510 × 5850	2850	14100
9—10	2750	10	93	3510 × 6660	2850	16300

Техническая характеристика дисковых фильтров по ГНИИХМу дана в таблице 19.

Область применения и другие данные. Область применения дисковых вращающихся вакуум-фильтров та же, что и для барабанных.

Расход мощности для дисковых фильтров Оливера составляет:

Фильтр. поверхность (м ²)	Расход мощности (ЛС на 0,1 м ²)
до 10 м ²	0,09—0,15
от 10 до 40 м ²	0,08—0,06
от 40 до 60 м ²	0,05—0,05
свыше 60 м ²	0,05—0,03

Дисковый вакуум-фильтр

Расходные коэффициенты

Характеристика	D/L											
	1,25/1	1,25/2	1,25/3	1,25/4	2,5/2	2,5/3	2,5/4	2,5/5	2,5/6	2,5/8	2,5/10	
Фильтрующая поверхность (в м²)	2	4	6	8	18	27	36	45	54	72	90	
Мощность на шкиве фильтра (в ЛС)	1	1,5	2	2,2	4	8	7	7,5	8	9,5	11	
Мощность вакуум-насоса (в ЛС)	2	3,5	4,5	8	12	20	24	30	38	48	80	
Производительность вакуум-насоса (в м³ мин.)	1,16	2	2,83	3,66	7,91	11,66	15,41	19,16	24,58	30,41	38,33	
Мощность воздушодувки (в ЛС)	0,8	0,8	1	1	2	3	3,5	4,5	5,5	8	11	
Полный расход мощности (в ЛС)	3,8	5,8	7,5	11,2	18	29	34,5	42	51,5	63,5	82	

Примечания: В полный расход мощности не входит мощность центробежного насоса, выбор которого зависит от количества отсасываемого фильтра.

Мощность вакуум-насоса взята по данным завода имени Фрунзе (гор. Сумы).

Производительность удельная и общая

Таблица 20

Производительность дисковых фильтров Оливера

№ по нор.	М а т е р и а л	Колич. кг осадка на 1 м ² фильтр. поверхн. в час	Влажность осадка в %
1	Суспензия пыли печных газов	225— 375	8—25
2	Карбонат кальция	75— 180	42—48
3	Цемент	40— 180	13—26
4	Угольная пыль и отсев	150— 450	10—25
5	Медные флотационные концентраты . .	40— 300	8—22
6	Крахмал	75— 225	42—50
7	Цианистый шлам	50— 300	18—35
8	Свинцовые концентраты	30— 400	8—17
9	Рудный шлам	40— 120	20—25
10	Цинковые концентраты	30— 600	8—16
11	Бумажная масса	450—2200	80—97

При этом расход мощности распределяется следующим образом:

на вращение фильтра	4%
на вакуум-насос	67%
на насос фильтрата	14%
на водной насос (промывка) . .	11%
на компрессор	4%

Всего 100%

Вид в) — вращающиеся тарельчатые вакуум-фильтры или ячейковые план-фильтры (рис. 20). *Описание конструкции.* Фильтр представляет собой горизонтальный дырчатый диск с низкими бортами, вращающийся от ременного привода вокруг своего центра. Дырчатый диск покрыт фильтровальной тканью (обычно полотном) и разделен на отдельные ячейки-секторы, которые при вращении диска проходят камерами, находящимися под вакуумом или, наоборот, содержащими сжатый воздух. Фильтруемая жидкость подается на вращающийся диск сверху. Сбрасывание осадка производится посредством особого приспособления, состоящего из радиального скребка и шнека и расположенного почти у самого места подачи суспензии. Отсосанный фильтрат и промывные воды удаляются по трубам в станине аппарата.

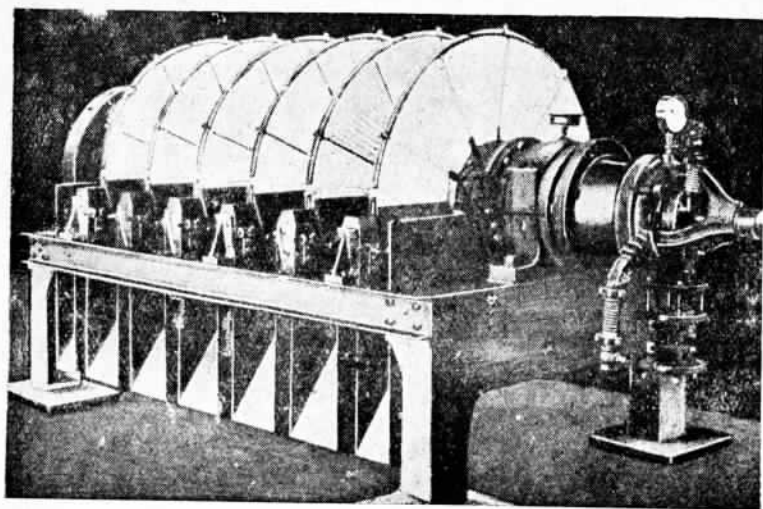


Рис. 19. Дискový фильтр системы Вольфа.

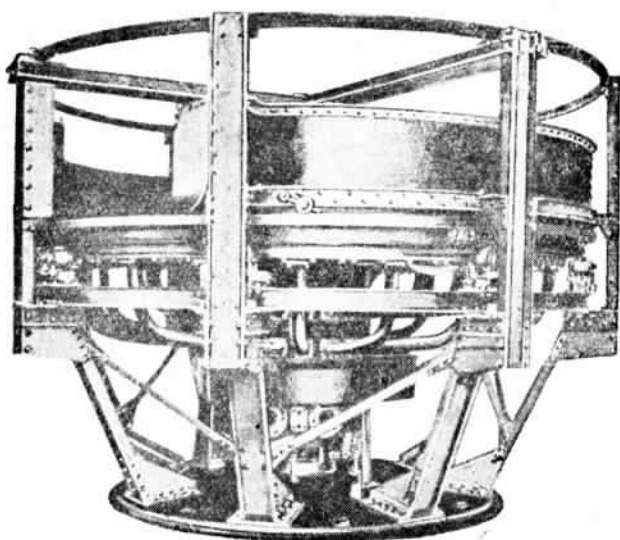


Рис. 20. Тарельчатый вакуум-фильтр.

Материалы аппарата те же, что и для барабанных и дисковых фильтров.

Режим работы. Благодаря крупным осадкам и горизонтальному расположению фильтрующих поверхностей требуемое разрежение значительно меньше, чем на барабанных и дисковых вакуум-фильтрах, и составляет обычно 100—200 мм ртутного столба.

Горизонтальное расположение фильтрующей поверхности позволяет производить взрыхление осадка (сжатым воздухом), что облегчает его промывку и дает возможность доводить слой осадка до значительной толщины.

Системы фильтров и основные размеры. Наиболее известны фильтры Оливера и Вольфа.

Таблица 21

Размеры тарельчатых фильтров Вольфа

№	Фильтрующ. поверхн. (м²)	Внешний	Внутрен.	Рабочая ширина (мм)	Вес (кг)
		диам. диска	диам. диска		
		(мм)			
1	1,5	1654	620	1034	2020
2	3,0	2450	1050	1200	4500
3	6,0	3400	1180	1920	12200
4	8,5	3900	2120	1860	16000

Другие фирмы изготавливают тарельчатые фильтры с диаметром диска от 1,5 до 5,0 м и площадью фильтрующей поверхности от 1,7 до 19,4 м². ГНИИХМом предложены типовые размеры „план-фильтров“, указанные в табл. 22.

Таблица 22

Горизонтальный вакуум-фильтр—„план-фильтр“
(характеристика)

№	Тип	Фильтр. пов. (м ²)	D (мм)	H (мм)	Вес (кг)	Мощн. (ЛС)
1	1,3	1	1300	1150	1500	2,5—3,5
2	3,3	7	3300	1500	8000	7,5—9
3	4,2	12	4200	1620	20000	14,5—17,5

Производительность тарельчатых фильтров Вольфа

Фильтруемый продукт	Количество осадка, отделяемое 1 м ² за 1 час, в кг	Влажность осадка в %
Буроугольный шлам	1000	49
Каменноугольный шлам	1000—1500	18—22
Минеральные соли	4000—7000	5
Песок	до 3000	8,5

Область применения и другие данные. Применяются для фильтрации суспензий с большим содержанием взвешенных частиц (от 30 до 90 %) и для тестовидных (иолужидких) субстанций. Так как фильтрующая поверхность расположена горизон-

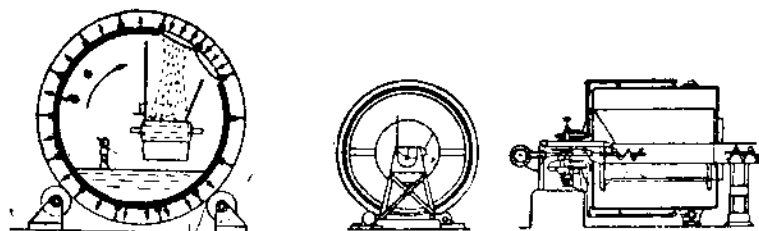


Рис. 21. Фильтр Доррко.

тально, то сила тяжести способствует фильтрации, благодаря чему эти фильтры особенно рекомендуются для суспензий крупнозернистых веществ (диамтр зерна > 1 мм) и разных тяжелых осадков.

Влажность осадка обычно составляет от 5 до 15%.

Затрата мощности невелика и колеблется от 1,7 до 8,5 ЛС, при размерах фильтра от 1,7 м² до 19,4 м².

Вид г)—вращающиеся „внутренние“ вакуум-фильтры (DORR Co. и др.) (рис. 21). Аппарат состоит из вращающегося вокруг горизонтальной оси цилиндрического барабана. Барабан имеет двойные стенки. Пространство между стенками подразделено на ряд секций-камер, соединяемых последовательно с вакуумом или сжатым воздухом для проведения разных операций с осадком и его удаления. Наружная стенка бара-

бана—сплошная. Внутренняя стенка выполнена в виде сита и служит основой, на которой укрепляют фильтровальную ткань.

Вращение барабана осуществляется при помощи привода, передающего вращение через полую цапфу, поддерживаемую подшипником и помещенную на одном конце барабана. Второй торец барабана открыт и поддерживается при помощи бандажа, катящегося по двум роликам. Суспензия подается внутрь барабана (в нижнюю его часть) прямо на вращающуюся поверхность. Фильтрат проходит сквозь ткань внутрь ячеек и удаляется через полый вал, а осадок обычным порядком промывается и просушивается, после чего в секцию дается сжатый воздух, осадок отваливается и удаляется ленточным транспортером или шнеком.

Эти фильтры приспособлены главным образом для фильтрации таких суспензий, которые содержат весьма крупные частицы.

Для „внутренних“ вакуум-фильтров (рис. 22) ГНИИХМом даны размеры согласно табл. 24.

Внутренний вакуум-фильтр
(таблица размеров)

Таблица 24

Размеры	Тип и фильтрующая поверхность		
	В-2 2 м ²	В-5 5 м ²	В-10 10 м ²
A	1350	2100	3200
B	1632	2260	3650
C	1231	625	2275
D	845	1050	1860
K	100	100	120
P	400	400	500
C	225	250	300
H	158	—	700
I	816	1050	1600
K	820	1000	1825
L	890	1130	1350
M	494	865	950
N	225	225	225
O	250	250	250
P	75	100	125
Q	915	1100	1250
R	146	144	142
S	500	800	1050

ТИП II. ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ТОНКИХ СУСПЕНЗИЙ И МУТЕЙ

Класс А. Фильтры периодического действия

Группа I. Фильтры, работающие под вакуумом

Вид а)—фильтровальные свечи.¹ Описание конструкции. Фильтр, работающий под вакуумом или под давлением, состоит из вертикального цилиндра из листовой стали, снабженного внизу откидывающейся крышкой. В цилиндре имеется ложное днище, служащее опорой для отдельных фильтровальных свечей, задерживающее и отводящее фильтрат, протекающий через свечи.

Вследствие большой механической нагрузки, которой подвергаются фильтровальные свечи, последние изготавливаются из отдельных элементов — фильтровальных колец, имеющих около 120—130 мм во внешнем диаметре, толщину стенок 15—20 мм и высоту 30—40 мм. Фильтровальные свечи образуются накладкой большого количества таких фильтровальных колец одно на другое. Кольца, образующие свечу, плотно стянуты и не имеют возможности смещаться.

При сборке фильтра свечи размещаются рядами в общем металлическом кожухе. Общая фильтрующая поверхность у такого рода фильтров, работающих под давлением, доходит до 70 м², что соответствует 80 фильтровальным свечам длиной около 2,3 м. Фильтры минимальных размеров имеют фильтрующую поверхность, равную 0,03 м².

Кислотоупорность фильтра достигается покрытием стального кожуха и других частей аппарата слоем свинца, эмали или же, чаще всего, гуммированием.

Способ работы. Жидкость, подлежащая фильтрации, подается в пространство между свечами и давление в фильтре повышается до желаемого предела (6—8 атм). Фильтрат проходит через пористые стенки во внутренний канал свечи, поднимается в нем и поступает через промежуточное днище в собирательную трубу. На поверхности фильтровальных свечей образуется слой осадка. Толщина его слоя не должна превышать 27 мм. При очень слизистых осадках фильтрование приходится прерывать при толщине слоя всего в несколько миллиметров.

По окончании фильтрации подается сжатый воздух во внутрь свечей (в направлении, обратном фильтрату), и таким образом часть жидкости, оставшаяся в фильтре, вытесняется обратно через трубопровод в резервуар. Сбрасывание осадка произво-

¹ Этот вид фильтров работает также и под давлением, т. е. относится в одинаковой степени и к группе II.

дится с помощью воздушных толчков, действующих изнутри. Открывание фильтра, выгрузка осадка и закрывание занимают около двух минут. Иногда осадок на фильтре подвергается дополнительной обработке: промывке, продувке сжатым воздухом, иногда паром.

После каждых 2—8 часов работы поверхность и поры фильтра должны основательно промываться, т. е. фильтр должен быть поставлен на регенерацию. Фильтрат наполняется промывной жидкостью, которая приводится в сильное движение сжатым воздухом в продолжение одной минуты. Затем производится продувка пор (изнутри свечи) чередующимися воздушными толчками.

Обслуживание ограничивается переключением клапанов, и ручная работа сведена к минимуму.

Об области применения фильтров этого типа, режиме работы, производительности и эффективности фильтрации можно судить по приведенным ниже данным М. Дольха (см. таблицу 25, опубликованном в „Chemische Apparatur“ № 4, 1932).

Для целей тонкой фильтрации применяются также фильтры других машиностроительных фирм: Беркфельд и Веллер, акц. о-ва „Метафильтр“, Вольфа, Мембран-фильтр Геттинген и др. Все они по идее и принципу конструкции сходны между собой и отличаются лишь в деталях.

Фильтр Беркфельд приспособлен для нормального водопроводного давления и служит для полного очищения и освобождения воды от бактерий. Фильтрующие свечи сделаны из обыкновенной инфузорной земли в виде полых цилиндров. Производительность свечи при 7 атм давления — от 50 до 100 л в час. Аппараты изготовляются с количеством свечей от 3 до 39, т. е. с фильтрующей поверхностью от 0,1 до 1,5 м².

Метафильтр — распространен главным образом в пищевой и бродильной промышленности.

Мембранные фильтры — по Зигмонди и Бахману — служат для очистки от бактерий таких жидкостей, как пиво, вино, питьевая вода, и для удаления тончайших мутей из жидкостей.

Все фильтры для метафильтрации могут быть сделаны из алюминия, желтой меди или латуни, бронзы, красной меди, мягкой стали, сплавов твердой стали, цинка, сплава меди с никелем в пропорции 70:30 с примесью железа и марганца, никеля, а также из некоторых других материалов, как например целлюлоида, эбонита, резины.

Качество метафильтрации может быть повышено, если вести фильтрацию с добавкой пористых веществ. Самыми обычными из них являются древесный уголь в порошке, инфузорная земля, углекислый кальций и углекислый магний. Опыт показал, что, чем мельче порошок применяемых веществ, тем лучше идет фильтрация.

Результаты, полученные на фильтре Зауэрбрей-Юнга, работающем под давлением

Производство	Фильтруемое вещество	Филт. попер. брусто (м²)	Давлен. (атм)	Темпер. филт-трац. (°С)	Время филт-ров. (мин.)	Толщина осадка (мм)	Количество филт-р. (м³)	Вес осад. в час. (кг)	Влаж. осад. (%)
Производство поташа	Гидроокись магния, углекислый магний	39	4	70	20	25	30	3600	30
Производство калиевых солей	Глина, кизерит, гидроокись железа и т. д. . .	39	4	90	20	13	70—80	3000	15
	Карналит, шелок хлористого магния	39	4	25	3	40	20	2000	11
	Гидроокись кальция, гидроокись магния и т. д. .	39	4	25	25	18	10	2500	40
Производство цинка амиды кальция	Сернистый известняк	39	5	40	20	20	16	2400	15
	Сернистый кальций, гидроокись железа и т. д. .	39	5	50	10	25	20	6000	16
Сахарное производство	Углекислый кальций, гидроокись железа, слизист. вещества . . .	39	6	70	22	5—15	27	4—900	20—25
Производство калия	Кизерит, каменистая соль, гидроокись железа, глина и т. д. .	39	5	90	8	30	250	7000	—
Азотная промышленность	Железисто-синерод. калий, гидроокись кальция и т. д.	39	3	70	15	20	12	2400	20
Разные химические производства	Фтористый кальций, криолит, глина	39	4	30	15	25	10	5000	15

Таблица 25 (окончание)

Производство	Фильтруемое вещество	Фильтр. поверх. брутто (м²)	Давлен. (атм)	Темпер. филь- трац. (°С)	Время филь- тров. (мин.)	Толщина осад- ка (мм)	Количество фильтр. (м³)	Вес осад. в час (кг)	Влаж. осад. (%)
Суперфосф. производ- ство	Фосфорит, апатит, кремневая кис- лота, углекис- лый кальций и т. д.	39	6	60	60	17	10	1200	40
Разные хи- мические производ- ства	Гидрат алюминия, кремневая кис- лота и пр. . . .	39	6	80	1200	18	26	7—800	Ок. 35
Сточные во- ды из ка- лийного производ- ства	Глина, кизерит, гидроокись же- леза и проч. . .	52	4	18	30	10	55	1500	—
Производ- ство цинка	Частый глинистый или сильно вяз- ких растворов горькой соли . .	52	4	18	30	4	7	600	—
	Шлаки от обжига цинковой обман- ки, гидроокись железа, кремне- вая кислота и пр.	52	6	70	22	8	10	1400	22
Производ- ство бе- дильной извести	Фуллерова земля, силикат алюми- ния, взвешен- ный в слабой со- ляной кислоте .	52	5	40	20	15	28	2000	Ок. 40
Производ- ство цин- ка	Цинковый ил, оса- жденный цинк, кремневая кис- лота, глина, гид- роокись железа и пр.	52	6—8	70— 80	60— 180	3—6	104	2—300	—
Разные хи- мические производ- ства	Углекислый каль- ций, кремневая кислота, угле- род, слизистые соки и пр. . . .	52	6	90	15	17	25	2700	20
	Осажден. углекис- лый кальц., окись	39	6	20	15	22	10	4000	—
	железа, гидроок.	52	5	95	100	20	11	1300	38
	железа и пр. . .	52	5	95	100	—	52	—	—

Табл. 26¹ дает несколько примеров чрезвычайно эффективной фильтрации. Можно видеть, что частицы, образующие суспензию, значительно меньше частиц фильтрующего слоя.

Таблица 26

Фильтрующий слой	Размеры частиц пласта μ	Фильтруемое вещество	Концентрация взвешен. вещества	Размер частиц взвешенного вещества μ
Метакремневая кислота . . .	3—85	Взвешенный сернокислый барий	0,05	0,0—1,0
Древесный уголь	7,0—190	Пригорелое масло коробки кривошипа.	0,2—0,5%	1—4
Метакремневая кислота В . .	3—75	Вода	бактерии	0,5—5
Метакремневая кислота А . .	3—85	Непрозрач. лак	следы мути	3,30
Метакремневая кислота А . .	3—85	Пиво	мутное	4—8 (дрожжи и бактерии)

Примечание. Метакремневая кислота получается путем специальной очистки инфузорной земли.

ЛИТЕРАТУРА И СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

По фильтрам

1. Бурдаков Б. А., Обработка жидких неоднородных систем, изд. ЕМХТИ, 1931. (На правах рукописи).
2. Ямпольский, Фильтровальная аппаратура, Ленинград, 1932.
3. Майзель, Справочное руководство по машиностроению, т. IV, выпуск 2—Химическая аппаратура, ОНТИ, 1934.
4. Альбом нормалей ГНИИХМа с объяснительными записками: 1) фильтпрессы, 2) механические фильтры, 3) непрерывнодействующие фильтры.
5. Номенклатура промышленного оборудования, том II, ОНТИ 1932.
6. Ценник на продукцию заводов ВОСХИМа. Харьков 1933.
7. Picard, Filters and Filtration, N.-Y. 1932.
8. Wright, Industrial Filtration, N.-Y. 1923.
9. Bühler, Filtern und Pressen, 1921.
10. Genin G., La filtration industrielle, 1934.

По коррозии

1. Акимов, Металлы и сплавы в химическом аппаратостроении, ГНТИ 1931.
2. Курбатов В. Я., Химическая стойкость материалов и борьба с разеданием их, НХТИ 1930.
3. Мандель, Материалы химической аппаратуры, ОНТИ 1934.
4. Фрейтаг, Материалы для изготовления химической аппаратуры, ОНТИ 1933.
5. Camille Roches, Le Matériel des Industries Chimiques, Paris 1934.

¹ Данные Пиккара, см. „Chemistry and Industry“ № 23, 1930.

1. ВВЕДЕНИЕ

В заводской химической практике разделение под действием центробежной силы может быть применено для следующих неоднородных систем:

- I) жидкость — жидкость,
- II) жидкость — твердое тело,
- III) жидкость — газ,
- IV) газ — твердое тело,
- V) газ — газ.

Общеизвестные центрифуги обслуживают главным образом две первые группы неоднородных систем. Из конструкций центрифуг для разделения газовых неоднородных систем известна лишь одна — турборасщепитель инж. Шифрина для разделения сжатого воздуха на кислород и азот.

Задачу выделения твердых частиц из газов под действием центробежной силы в настоящее время разрешают циклон-аппараты: простой и центробежный — вентиляторного типа.

В нижеприводимую классификацию входят лишь центрифуги, применяемые для разделения жидких неоднородных систем.

Агрегатное состояние неоднородных смесей определяет технологический тип центрифуги, а физико-химические свойства жидкости и осадка (химическая активность, летучесть, дисперсность, удельный вес, вязкость и пр.), а также требуемое качество разделения, обуславливают конструкцию и материал центрифуги.

Размеры центрифуги и характер действия (периодический, полунепрерывный или непрерывный) определяются схемой производства, потребной производительностью и возможностями заводов-изготовителей.

Приводимая ниже схема классификации позволяет: 1) установить технологический тип центрифуги и 2) выбрать соответствующую конструкцию.

Выбор материала, из которого должна быть изготовлена центрифуга, а также фильтрующей сетки, может быть сделан на основании данных, приведенных в I части классификации — фильтры.

II. ПРИЗНАКИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП ЦЕНТРИФУГИ

Таблица 1 служит для определения технологического типа центрифуги.

Таблица 1

Классификация разделяемых смесей, определяющая технологический тип и класс центрифуги

Характеристика агрегатного состояния	Технологический тип и класс центрифуги
I. Жидкость — твердое тело	
а) штучный материал	Тип I-а, класс А
б) кашеобразные вещества и грубые суспензии (размер частиц $> 100 \mu$)	Тип I-а, класс А, Б, В: центрифуги (периодического действия полупрерывного и непрерывного действия)
в) тонкие суспензии и мути концентрацией не более 1—2% (размер частиц меньше 100μ , чаще $0,1—0,5 \mu$)	Тип I-б, класс А: сепараторы и суперцентрифуги (периодического действия)
II. Жидкость — жидкость (разных удельных весов)	Тип II, класс А: сепараторы и суперцентрифуги (непрерывного действия)

Примечание. В таблицу 1 не вошли данные физико-химических свойств жидкости и осадка, так как на центрифугах могут быть обработаны практически любые жидкости и осадки.

Установив технологический тип центрифуги, переходим к рассмотрению таблиц 2 и 3, в которых дана механическая классификация центрифуг; эти таблицы позволяют остановить свой выбор на определенной конструктивной группе.

III. КЛАССИФИКАЦИЯ ЦЕНТРИФУГ

Таблица 2

I технологический тип. Центрифуги для разделения системы „жидкость — твердое тело“

Класс А	Кон- структив- ная группа	Механическая характеристика			Барабан
		Степень меха- низации про- цесса	Местоположе- ние и тип привода	Степень бы- строходно- сти (об/мин.)	
а) штучный материал, ¹ б) кашеобразные вещества и грубые суспензии					
Центри- фуги пе- риодиче- ского действия	1. Верти- кальные стоячие	1) Ручная загруз- ка и ручная выгрузка (вер- хняя или ниж- няя) 2) Частичная ме- ханизация цен- трифуги с вы- движным и по- воротным ба- рабаном	а) Нижний ремен- ный привод от трансмиссии или промежуточного контрпривода; б) нижний непо- средствен. эле- ктромоторн. при- вод; в) нижний элект- ромоторный при- вод, соединенный с валом барабана при помощи пе- редачи (цепной, шестеренной или ременной); г) нижний привод от газового дви- гателя; д) нижний привод от водяной или паровой турбины	а) 400—1200 б) 1200—3000	Перфо- рирован- ный (сит- чатый)
	2. Верти- кальные подвес- ные	Ручная загрузка и ручная вы- грузка (нижняя или верхняя)	а) Верхний ремен- ной привод от трансмиссии; б) верхний индиви- дуальный привод от электромото- ра; в) привод от водя- ной или паровой турбины; г) привод от газо- вого двигателя	а) 400—1200 б) 1200—3000	То же

¹ Штучный материал может быть обработан лишь на центрифугах класса

Таблица 2 (окончание)

Класс	Конструктивная группа	Механическая характеристика			
		Степень механизации процесса	Местоположение и тип привода	Степень быстросходности (об/мин.)	Барабан
Б Центрифуги полунепрерывного действия	1. Горизонтальные	а) полуавт. (разгруз. — боков.) б) автомат. (разгруз. — боков.,	а) ременный привод от трансмиссии; б) привод от электромотора; в) привод от масляного насоса, обслуживаемого электромотором;	400—700	Ситчатый
	2. Вертикальные	а) полуавт. (разгруз. — нижняя) б) автомат. (разгруз. — ниж.)	а) ременный привод от трансмиссии или от мотора;	400—700	Ситчатый
В Центрифуги непрерывного действия	1. Горизонтальные	а) автоматические (разгруз. — нижняя).	а) боковой ременный привод от мотора;	400—700	Ситчатый
	2. Вертикальные	а) автоматические (разгруз. — нижняя)	а) нижний; зубчатая передача от мотора;	400—700	Ситчатый
б) Тонкие суспензии, муты					
А Центрифуги периодического действия	Центрифуги быстросходные	Выгрузка шлама и грязи ручная	Нижний привод ременный от электромотора или трансмиссии Верхний привод ременный от электромотора или трансмиссии	1200—3000	Со сплошными стенками
	Сепараторы	Выгрузка шлама и грязи ручная	а) Нижний привод от электромотора через ремен. передачу; б) верхний привод от электромотора через ремен. передачу; в) привод от паровой турбины	а) 3000—12000	Со сплошными стенками и внут. диск. Со сплошными стенками
	Суперцентрифуги	Тоже	а) Верхний привод от электромотора через ременную передачу; б) верхний привод от пар. турбины	16000—19000 (лабораторные — до 40000).	Со сплошными стенками

II технологический тип. Центрифуги для разделения системы „жидкость — жидкость“

Класс	Кон- структив- ная группа	Механическая характеристика			
		Степень ме- ханизации процесса	Местоположение и тип привода	Степень бы- строходно- сти (об/мин.)	Барaban
А Центри- фуги не- прерыв- ного дей- ствия	1. Сепараторы	Автоматические	Нижний: а) на одном валу с мотором; б) ременная передача от мотора	6000—7000	1. Со сплошными стенками: а) без разделительных тарелок; б) с разделительными тарелками
	2. Суперцентрифуги	Автоматические	Верхний: а) от эл. мотора б) от турбинки	16000— —19000 ¹	Со сплошными стенками

Ниже дана сжатая характеристика каждой группы центрифуг, заключающая: а) конструктивные особенности группы; б) режим работы; в) системы центрифуг, входящих в данную группу, и их краткая характеристика; г) размеры центрифуг; д) производительность; е) область применения и ряд других данных.

Эти сведения, а также механическая характеристика, данная в таблицах 2 и 3, помогут сделать выбор конструкции центрифуги, наиболее подходящей для заданного производственного случая.

ТИП I. ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГРУБЫХ СУСПЕНЗИЙ

Класс А. Центрифуги периодического действия

Центрифуга периодического действия представляет собой барабан с вертикальной осью, смонтированный с валом на жесткой станине. Привод — верхний или нижний; загрузка — периоди-

¹ В лабораторных суперцентрифугах число оборотов доходит до 40 000 об/мин.

ческая. По накоплению на внутренних стенках барабана осадка определенной толщины, центрифуга приостанавливается для разгрузки.

Группа 1. Вертикальные стоячие центрифуги

Конструкция представляет собой барабан, установленный на вертикальном ходу, смонтированном на жесткой чугунной станине. Стенки барабана имеют небольшие отверстия. Вертикальный вал снабжен приводом внизу. Снаружи барабан окружен сплошным кожухом. Центрифуга останавливается для разгрузки, когда на внутренних стенках барабана накопится слой определенной толщины. Разгрузка — верхняя или нижняя.

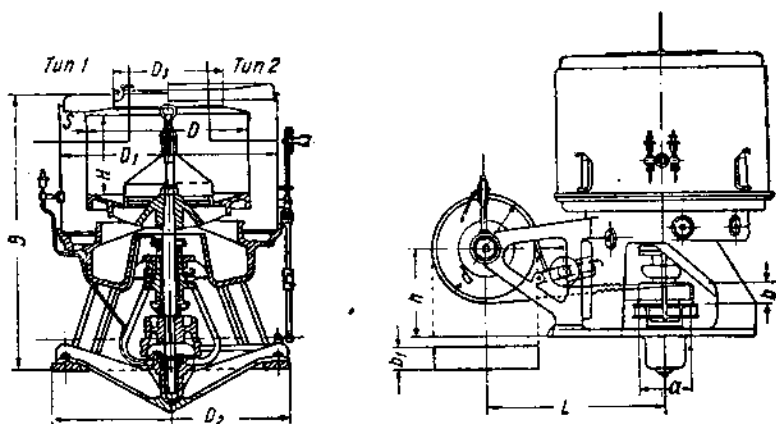


Рис. 1. Вертикальная стоячая центрифуга периодического действия (нормаль ГНИИХМа).

К этой конструктивной группе относятся центрифуги системы Вестона, Феска, Рудольфа и стандартный тип центрифуги, разработанный ГНИИХМом ВОСХИМ'а (рис. 1 и 2).

В таблице 4 приведена техническая характеристика стандартных центрифуг ВОСХИМ'а указанной конструкции.

К вертикальным стоячим центрифугам относятся также маятниковые центрифуги, монтируемые на трех колонках (см. рис. 3, 4). Согласно нормам ГНИИХМа за этими центрифугами закреплены размеры указанные в таблицах 4 и 5.

Группа 2. Вертикальные подвесные центрифуги

Эта группа центрифуг с конструктивной стороны отличается тем, что барабан висит на вертикальном валу при помощи системы шариковых подшипников, а привод устроен сверху. Вся конструкция смонтирована на жестком клепаном каркасе или на чугунной

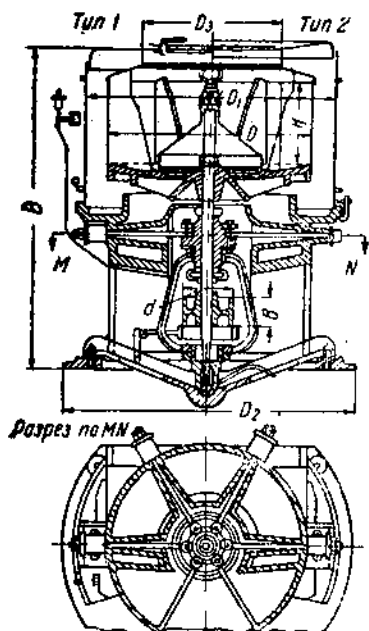


Рис. 2. Вертикальная стоячая центрифуга периодического действия (нормаль ГНИИХМа).

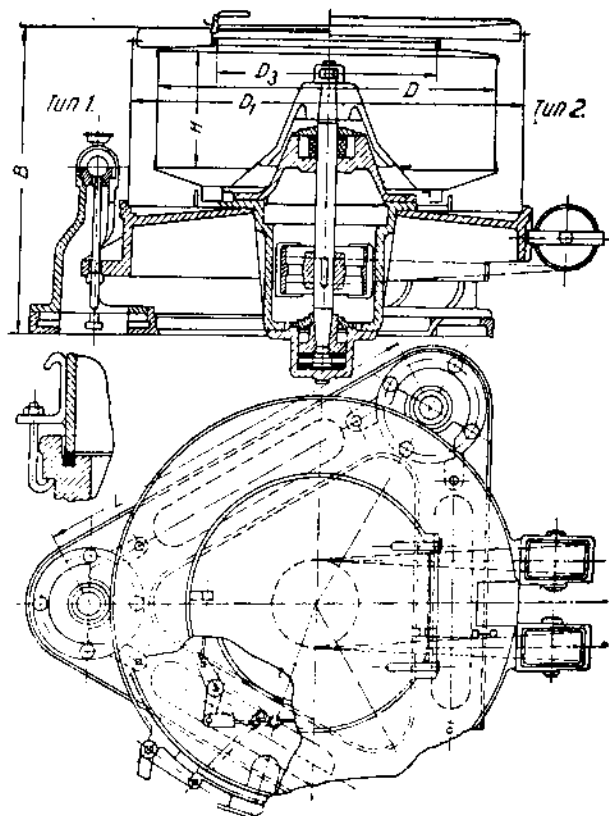


Рис. 3. Вертикальная стоячая центрифуга периодического действия (нормаль ГНИИХМа).

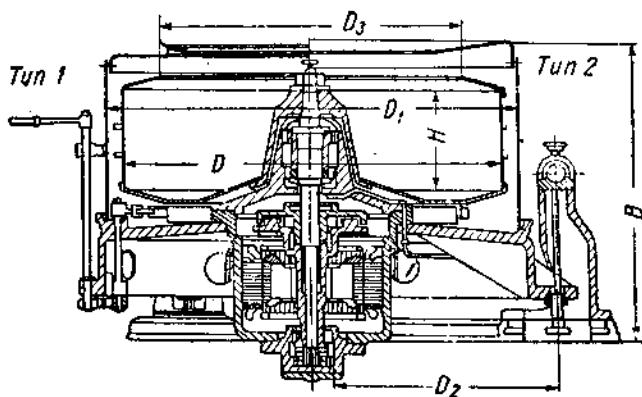


Рис. 4. Вертикальная стоячая центрифуга периодического действия (нормаль ГНИИХМа).

Таблица 4

Барабан				Число обор. барабана	Размеры центрифуг ГНИИХМ (мм)										Мощность ЛС	
D	H	S	Материал		L	B	D ₁	D ₂	D ₃	a	b	d ₁	b ₁	N _n	N _x	
800	400	6	Сталь	850	900	1330	1000	1160	550	250	120	500	100	7	2,5	
1000	450	6	Железо	700	980	1450	1250	1300	700	320	140	500	120	10	4,0	
—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1250	500	12	Красная медь	600	1060	1825	1600	1600	900	360	150	560	130	17,5	6,5	
1700	600	12	Сталь	500	1140	2335	2000	2000	1300	450	180	630	160	30	12	

Таблица 5

Тип	D	H	S	n	L	D ₁	D ₂	D ₃	N _n	N _x	Вес (кг)	Примечания
1	1000	450	6	800	1160	1250	—	700	10	3	2850	Шкив 280×140
2	1500	390	6	725	1700	1670	1820	1170	15	6	—	

эксцентрично расположенной станине. Разгрузка центрифуги нижняя, через отверстие в днище барабана. Барабаны изготавливаются с отверстиями.

К этой группе относятся центрифуги системы Вестона, з-да Бродбент, з-да Фрэмбс и Фрейденберг и ряд других.

ГНИИХМом разработаны нормали на два стандартных размера центрифуг системы Вестона (см. рис. 5, 6).

Таблица 6

D	H	S	Материал барабана	n	Полная высота от верхней опоры до днища кожуха (мм)	N _n	N _x	Примечания
1250	500	10	Сталь	700	2300	10	4	Привод ременный или центральный моторный
1700	750	13	—	500	2300	15	5	

Производственная характеристика центрифуг принадлежащих к первым двум группам:

- 1) количество циклов в 1 час от 3 до 5;
- 2) коэффициент наполнения барабана зависит от удельного веса смеси и осадка;
- 3) производительность центрифуги зависит от емкости барабана; центрифуги средних размеров имеют производительность

порядка 250—350 кг/цикл, центрифуги крупных размеров 600—900 кг/цикл; допускаемая нагрузка указывается заводом-изготовителем и при работе никогда не должна быть превышена;

- 4) расход энергии во время пуска центрифуги — в 2,5—3,5 раза больше, чем во время установившегося хода.

В химической промышленности центрифуги периодического действия до сих пор имеют еще большое распространение.

В качестве примера приводим краткую сводку производств, где указанные конструкции центрифуг нашли широкое применение (таблицу см. на стр. 62).

Класс Б. Центрифуги полунепрерывного действия

Этот класс центрифуг характеризуется тем, что разгрузка и загрузка барабана не только не требуют полной остановки центрифуги, но могут быть произведены на полном ходу или при замедленном ходе. При умень-

Рис. 5. Вертикальная подвесная центрифуга периодического действия системы Вестона (нормаль ГНИИХМа).

шении числа оборотов барабана отфильтрованный осадок, расположенный на стенках барабана, или сам отваливается в жолоб, установленный в середине барабана, или снимается с помощью подводимого скребка, или же сбрасывается за счет центробежной силы через раздвигающиеся или опускающиеся стенки барабана.

Чередование работы центрифуги по циклам (загрузка, центрифугирование, промывка, дополнительное центрифугирование, вы-

грузка) может быть полуавтоматическим или автоматическим¹ с помощью соответствующих регуляторов.

Конструктивно центрифуги полунепрерывного действия подразделяются на две группы: горизонтальные и вертикальные. Оба конструктивных типа, в свою очередь, могут быть полуавтоматического или автоматического действия.

Группа 1. Горизонтальные центрифуги (рис. 7, 8, 9)

Центрифуги имеют горизонтальный вал, несущий корзину; вал расположен на двух опорах, снабженных шариковыми под-

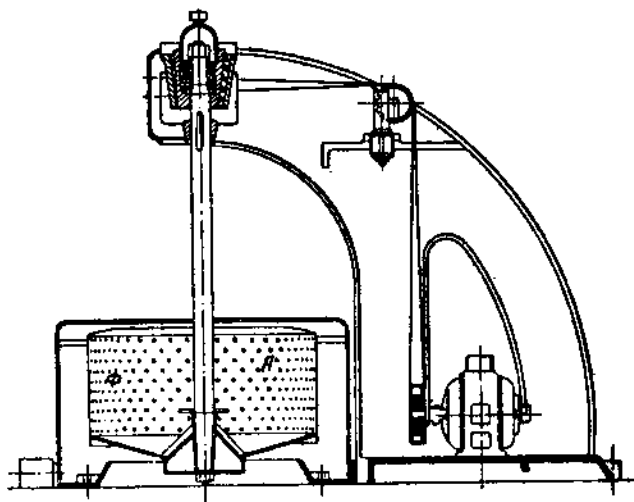


Рис. 6. Вертикальная подвесная центрифуга периодического действия системы Вестона (нормаль ГНИИХМа).

шипниками. Одна из опор может перемещаться в горизонтальном направлении по салазкам станины; таким образом конструкция имеет разъемный характер и обеспечивает доступ к внутренним частям центрифуги. Отвод жидкости, собираемой кожухом центрифуги, производится через боковой штуцер.

Осадок после фугования снимается, при замедленном ходе барабана скребковым механизмом и через наклонный лоток выводится наружу.

Регулирование скорости вращения барабана производится или путем применения мотора постоянного тока или с помощью сложного приводного механизма.

¹ Отсюда центрифуги часто подразделяются на полуавтоматического и автоматического действия.

№	Наименование производств	Краткое описание процесса
1	Производство сульфата аммония (из синтетическ. NH_3 или переработкой аммиачных вод)	Отделение кристаллов $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ от воды
2	Производство аммиачной селитры	Обезвоживание раствора NH_4NO_3 после выпарки
3	- аммофоса	Фильтрация раствора солей фосфорной кислоты после I и II сатурации
4	- лейна-селитры	Отделение кристаллов солей аммония от маточного раствора
5	- преципитата	Фильтрация преципитата (взамен нутч-фильтров)
6	- бертолетовой соли	Обработка маточного рассола после кристаллизации
7	- серы конверсией H_2S отработанных газов	Промывка серы
8	Содовое производство	Центрифугирование бикарбоната натрия
9	Производство борной кислоты и буры	Отмывка маточного раствора от соли
10	Производство сульфата калия и сульфата натрия	Центрифугирование сульфатов
11	Производство нитроцеллюлозы	Удаление кислот после нитрации
12	Производство обезвоженного пироксидина	Отделение кислот и промывных вод
13	Производство иприта по немецкому способу	Отмывка тиодигликоля
14	Производство солей тяжелых металлов, например уксуснокислого и азотнокислого свинца, хлористого цинка и др.	Отжимка кристаллов из маточного раствора
15	Производство синтетической камфары из скипидара	Промывка борнеола
16	Производство терпинеола из скипидара	Фуговка маточного раствора терпингидрата
17	Производство уксусонатриевой соли	Кристаллизация растворов уксусонатриевой соли
18	Выработка ароматических веществ методами синтеза	Обработка растворов для отделения кристаллов
19	Производство различных солей в фармацевтической промышленности	Обработка растворов для отделения кристаллов
20	Производство сернинокислого хинина	Отделение кристаллов от маточного раствора

¹ По Биркгану, Центрифуги, ОНТИ, 1934.

При помощи сложного комплекса приспособлений управление центрифугой может быть механизировано; тогда чередование включения и выключения барабана, а также подвод и уда-

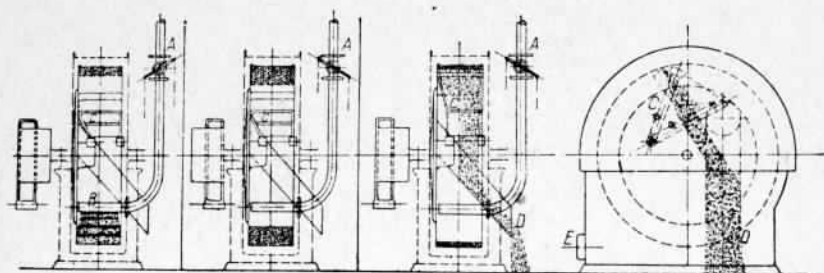


Рис. 7. Горизонтальная центрифуга полунепрерывного действия (отдельные стадии работы).

ление скребка, становятся автоматическими. При отсутствии автоматического регулятора центрифуги — полуавтоматические, и управление центрифугой сосредоточивается тогда в руках рабочего.

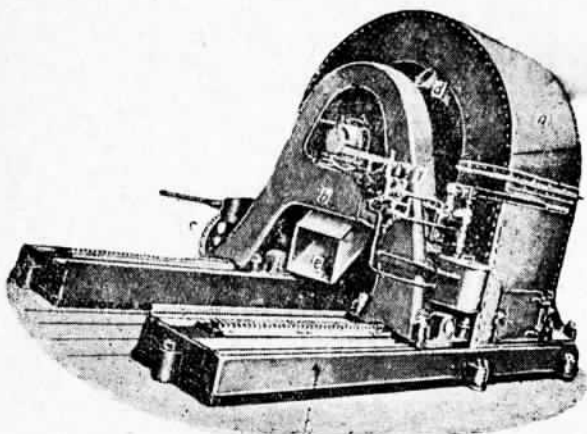


Рис. 8. Горизонтальная центрифуга полунепрерывного действия системы Гейне (внешний вид).

Из числа центрифуг полунепрерывного действия получили наибольшее распространение горизонтальные центрифуги.

Имеется несколько систем центрифуг: Гейне (рис. 8) Гаубольда (рис. 7), Тер-Меера (з-да Маффей) (рис. 9), но все они сходны по принципу конструкции, что и учтено ЭКИХИМашем при разработке стандартных советских центрифуг.

В нижеследующих таблицах приведены некоторые данные относительно горизонтальных центрифуг.

Производственные данные горизонтальных центрифуг системы Гаубольда даны в таблице 10.

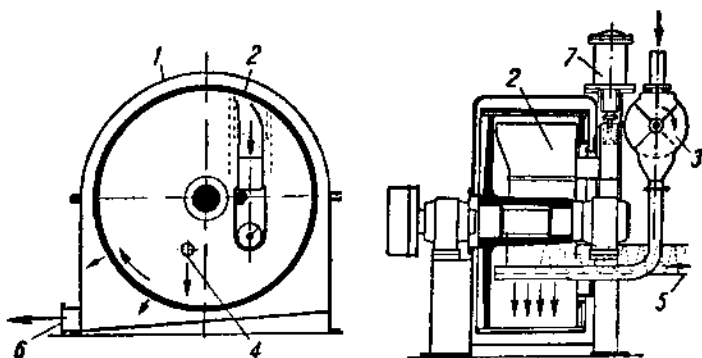


Рис. 9. Горизонтальная центрифуга полунепрерывного действия системы Тер-Меера (з-да Маффей).

Основные размеры горизонтальных полуавтоматических центрифуг системы Тер-Меер (з-да Маффей) даны в таблице 11.

Таблица 10

D (мм)	H (мм)	n (об/мин.)	A (кг)	i (л)	Толщина слоя (мм)	B (мм)	N_n (ЛС)	N_k (ЛС)	a (мм)	b (мм)	Число за- грузок в час	Вес маши- ны в т	
												без автом.	с ав- томат.
900	400	700	140	85	80	1350	9	1,5	250	100	10	1,75	—
1200	400	600	250	157	120	1700	12	2,5	400	140	8	2,48	3,50
1500	400	550	350	250	150	1950	18	4	500	150	6	3,90	4,30
2000	500	500	600	540	200	2500	35	8	600	200	4	6,50	7,90
2500	750	400	1200	1270	255	3090	60	12	800	250	3	13,50	15,00

Таблица 11

D (мм)	H (мм)	Рабочая емкость (л)
1600	650	500
2000	750	1000
2000	2×750	2000

Группа 2. Вертикальные центрифуги

Центрифуги этого типа представляют собой вертикальный барабан с нижним или верхним приводом. Отличаются тем, что разгрузка отфильтрованного осадка производится в одних конструкциях через раздвигающиеся щели в стенках барабана, в других — при опускании или подъеме цилиндрической поверхности барабана или фильтровальной ткани в кожухе станины, в третьих — с помощью особого скребка-ножа. Во время раздвигания щелей или опускания барабана осадок под действием центробежной силы сбрасывается, и центрифуга опорожняется; затем барабан возвращается в свое первоначальное состояние и вновь заполняется.

По степени механизации управления вертикальные центрифуги подразделяются на: а) полуавтоматические и б) автоматические.

Существующие отдельные конструкции центрифуг, относящиеся ко второй конструктивной группе центрифуг полунепрерывного действия, могут быть сведены в следующую сводку с подразделением по степени автоматизации управления:

Таблица 12

Сводка 2-й группы центрифуг полунепрерывного действия

Степень автоматизации управления	Система центрифуги
1. Полуавтоматические	1) Мюльманн 2) Стюарт 3) Механобр
2. Автоматические	1) Тер-Меер

Конструктивное различие этих центрифуг состоит в следующем.

Центрифуга системы Тер-Меера (рис. 10) представляет собою вертикальный барабан, поднимающийся через определенный промежуток времени вверх и опускающийся вниз. Во время опускания цилиндрической поверхности весь отфугованный материал выбрасывается в кожух. Барабан возвращается в первоначальное состояние и снова заполняется. Подъем и опускание барабана осуществляются с помощью поршня, на который действует накачиваемое масло попеременно — сверху и снизу.

С помощью масляного регулятора работа центрифуги автоматизирована.

Данные о размерах центрифуг Тер-Меера, выпускаемых германским заводом Маффей, следующие:

Таблица 13

Диаметр барабана	Потребная мощность
900 мм	12 лс
1100 "	20 "
1300 "	45 "

Приводим некоторые данные о производительности этих центрифуг:¹

1) Центрифуга с ситчатым барабаном, диаметром 1800 мм. Материал — хлористый калий при 20—30° С с 50—70% твердых частиц и 50—30% жидкости, или глауберова соль при 60—80° С с 25—50% твердых частиц и 75—50% жидкости. Производительность — 12000—15000 кг/час просушенного материала. Влажность: 5—7% для хлористого калия и 4—6% для глауберовой соли. Продол-

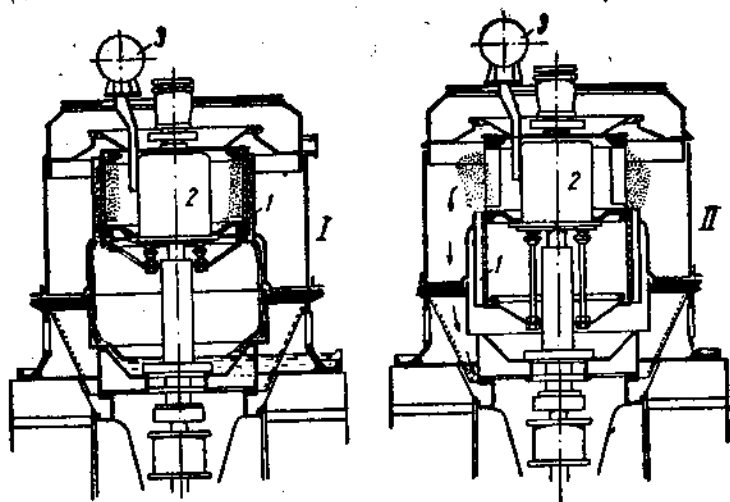


Рис. 10. Вертикальная центрифуга полупрерывного действия системы Тер-Меера.

жительность центрифугирования 4—5 мин., расход энергии — 50 ЛС.

Центрифуга с ситчатым барабаном, диаметром 1100 мм. Материал тот же, что и в предыдущем случае. Производительность: 2800—3800 кг/час просушенного материала той же влажности, как и в первом случае. Продолжительность центрифугирования — 3 $\frac{2}{3}$ мин. При более продолжительном (до 5 мин.) центрифугировании степень влажности может быть понижена до 3%, причем вес просушенного материала уменьшается. Расход энергии — 16—20 ЛС.

Центрифуга со сплошным барабаном, диаметром 1100 мм. Материал — кашеобразная масса с примесью глины, содержащая около 66% твердых частиц и 34% жидкости, не поддающаяся фильтрации. Производительность 4—9 м³/час перерабатываемого материала. Просушенный материал влажностью около 12% является отбросом, жидкость представляет ценность. Продолжи-

¹ Цитируем по Биркгану, Центрифуги, ОНТИ 1934.

тельность центрифугирования — около 5 мин., расход энергии — 16—20 ЛС.

Центрифуга со сплошным барабаном, диаметром 600 мм. Материал — городская отстойная грязь, содержащая 93—98% воды и 7—2% твердых частиц, не поддающаяся фильтрации. Производительность 6—10 м³/час перерабатываемого материала. Выделенная вода составляет 82,5—95% перерабатываемой грязи.

Центрифуга системы Мюльманна (рис. 11) отличается тем, что при вертикальной конструкции, с верхним приводом и нижней выгрузкой, позволяет произвести выгрузку с помощью особого ножа. Центрифуга полуавтоматического действия.

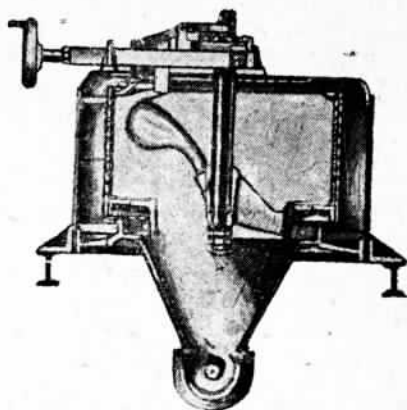


Рис. 11. Вертикальная центрифуга полунепрерывного действия системы Мюльманна.

Центрифуга системы „Стюарт“ состоит из барабана, стенки которого снабжены раздвигающимися щелями. Суспензия поступает непрерывно снизу в барабан; при значительном осадке щели автоматически раздвигаются и осадок под действием центробежной силы сбрасывается. Управление центрифугой — полуавтоматическое.

Класс В. Центрифуги непрерывного действия

Этот класс центрифуг отличается тем, что подача суспензии и выгрузка осадка производятся непрерывно. Снятие осадка производится с помощью непрерывно работающих спиралевидных ножей.

Группа 1. Горизонтальные центрифуги

К этой группе принадлежит центрифуга системы Лауглина (рис. 12).

Конструкция и способ работы состоят в том, что горизонтальный барабан *A* вращается с большой скоростью. Он снабжен прорезями *B* и обтянут изнутри ситом так же, как обыкновенная центрифуга. Материал загружается из воронки *C* посредством шнека *D* и тотчас же отбрасывается центробежной силой к стенкам барабана. Внутри барабана находится спиральный скребок *K*, вращающийся с несколько иным количеством оборотов, нежели барабан. Благодаря этому происходит медленное соскребывание

осадка со стенок барабана и перемещение его к выходному концу, где в кожухе барабана имеются отверстия *F*, через которые вещество выбрасывается. Барабан и скребки приводятся в движение в отдельности. Необходимая разница в скорости вращения создается при помощи зубчатой передачи *G*.¹

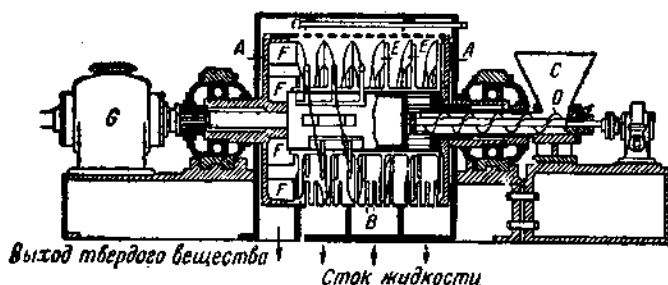


Рис. 12. Горизонтальная центрифуга непрерывного действия системы Лауглина.

A — вращающийся барабан, *B* — отверстие для стока жидкости, *C* — загрузочная воронка, *D* — загрузочный шнек, *E* — скребки, *F* — выход твердого вещества, *G* — привод.

Производительность центрифуги при наружных размерах кожуха 900×1000 мм — от 100 до 200 т отфугованного продукта в сутки. Вес комплекта, включая мотор, около 1 т. Работает центрифуга совершенно автоматически.

Группа 2. Вертикальные центрифуги

К этой группе относится центрифуга Эльмора (рис. 13 и 14).

Принцип устройства и схема работы состоят в следующем. Главным приводом служит короткий вертикальный вал *A*. В центре центрифуги находится короткий сплошной вал *B*, вращающийся с определенным числом оборотов, и полый вал *C*, вращающийся с несколько большим числом оборотов. Наверху, на полой валу, находится часть *D*, на которой помещен конический барабан *E*, с отверстиями в стенках и обтянутый изнутри, как обычно, ситом. На сплошном валу находится сверху второй барабан, на котором укреплены спиралевидные скребки *G*. При незначительной разнице между количеством оборотов обоих валов (приблизительно 5 оборотов на 1000) вещество в барабане соскребывается сверху вниз. Внизу твердое вещество выбрасывается через отверстие *H* стойки, на которую опирается

¹ По Бэджеру и Мак-Кэб'у, Основные процессы и аппараты химических производств, ОНТИ 1933.

барaban *Е*. Вся зубчатая передача заключена в один кожух. Твердое вещество выходит через отверстие *К*.

В центрифуге Эльмора новейшей конструкции сетчатый барабан, имеющий форму усеченного конуса, дан с углом $50-52^\circ$, в отличие от существовавшего ранее угла в 72° , что значительно сократило расход энергии по разгрузке аппарата. В новой конструкции разгрузочные крылья сделаны в виде спиральных задерживающих, а не скребу-щих ножей.

Переустройство сетчатой корзины сильно уменьшило степень изнашиваемости зубчатых передач, так как их работа свелась к продвижению 4—6 кг материала через машину и преодолению инерции во время пуска машины в ход.

Дальнейшие улучшения привели к непосредственному соединению вала с электромотором. Смазка зубчатых передач и других изнашивающихся частей производится с помощью центробежного масляного насоса.

Фильтрующая сетка состоит из ряда колец, толщиной $\frac{3}{8}$ "— $\frac{1}{2}$ ", лежащих один над другим и удерживаемых зажимным кольцом. Кольца имеют расходящиеся радиусом выемки на соприкасающихся сторонах; после сборки конуса выемки образуют отверстия, длиной около 30 мм и глубиной около 6 мм. Размеры отверстий должны быть выбраны в соответствии с обрабаты-

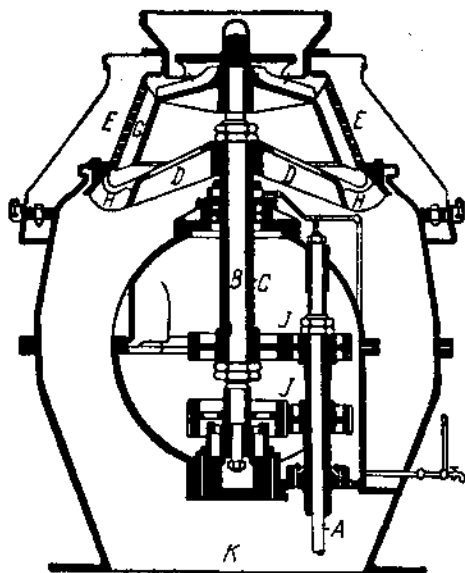


Рис. 13. Вертикальная центрифуга непрерывного действия системы Эльмора. *А* — приводной вал, *В* — внутренний вал, *С* — наружный вал, *Д* — стойка, *Е* — вращающийся барабан, *Ф* — опора скребка.

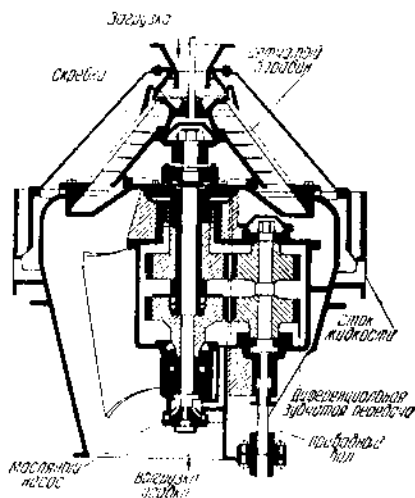


Рис. 14. Центрифуга Эльмора новейшей конструкции.

мыми материалами, начиная от минимального размера в 0,4 мм.

Центрифуга „Эльмора“ с успехом применяется для фильтрования целлюлозы, а также кристаллов различных солей и ряда других веществ.

ТИП 1-6. ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ТОНКИХ СУСПЕНЗИЙ И МУТЕЙ

Класс А. Центрифуги периодического действия

Группа 1. Центрифуги быстроходные (рис. 15)

Описание центрифуг этой группы смотри на стр. 56—57, где дано описание центрифуг класса А технологического типа 1-а, а также таблицу 2, раздел 1-6—тонкие суспензии и мути.

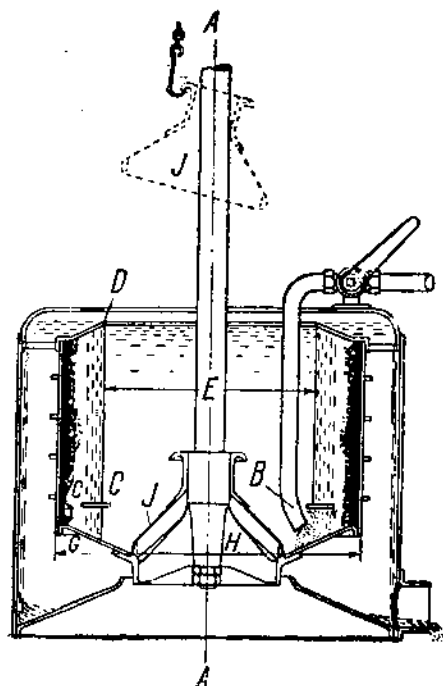


Рис. 15. Быстроходная центрифуга для разделения тонких суспензий и мутей.

Группа 2. Сепараторы

Наибольшее распространение получили сепараторы европейских фирм: Лавалья, „Вестфала“ и Круппа, а также американской фирмы Шарплъ. С помощью этих центрифуг может быть произведено разделение тонких суспензий.

Сепараторы первых трех фирм сходны между собой как по принципу технологического процесса, так и по оформлению; поэтому даем характеристику лишь одного из них.

Центрифуга де-Лавалья (рис. 16, 17) состоит из барабана со сплошными стенками, внутри которого имеется полый вал, на который насажено несколько конических тарелок. Очищаемая жидкость подводится в полый вал, поднимается по нему и распре-

деляется между коническими тарелками параллельными потоками. Примеси оседают на стенках тарелок и постепенно сползают в низ барабана; осветленная жидкость поднимается по тарелкам

и выводится из центрифуги. По накоплении осадка центрифуга останавливается для разгрузки.

В целях более тщательной очистки жидкости в верхней части центрифуги устанавливается фильтровальный аппарат с тканью или бумагой.

Сепаратор „Вестфалия“ представляет собой пример комбинации осветляющей и фильтрующей центрифуги. Сепаратор „Вестфалия“ служит для отделения твердых частиц разных

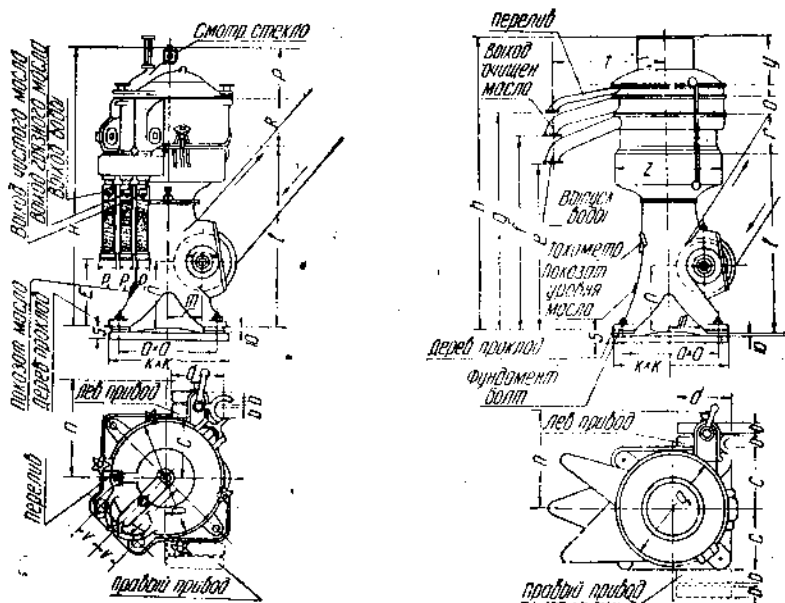


Рис. 16. Сепаратор системы де-Лавалья.

удельных весов (рис. 18). Жидкость, содержащая муть, вводится сверху в первую камеру сепаратора; под действием центробежной силы на стенках камеры оседают относительно крупные частицы суспензии, затем жидкость поступает во вторую камеру, на стенках барабана которого остаются тонкие частицы. После этого жидкость проходит через две фильтрующие поверхности, которые задерживают тончайшую муть.

Фильтрующей поверхностью может быть ткань, эбонит и другие фильтровальные материалы.

Часовая производительность составляет от 20 до 3000 кг жидкости; наибольшая модель имеет вместимость в 18 литров гряды.

Давление фильтрации достигает 40 атм. Сепараторы „Вестфалия“ изготавливаются для различных производственных условий:

для работы под давлением, вакуумом, с подогревом жидкости и с охлаждением.

Сепараторы этого типа нашли большое применение при фильтрации и осветлении лаков, очистке бывших в употреблении минеральных смазочных масел и в ряде других случаев.

Размеры и характеристики сепараторов приводятся по ГНИИХМу в табл. № 8.

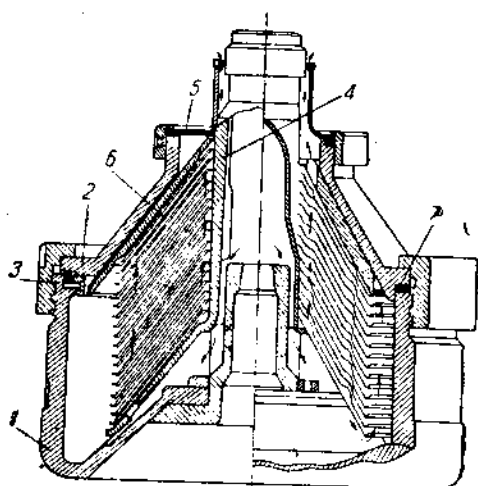


Рис. 17. Сепаратор системы де-Лавалья (разрез конструкции ГНИИХМа).

№ позиций	Наименование деталей барабана	Материал
1	Корпус барабана	Сталь кованая
2	Крышка	"
3	Гайка	"
4	Распределитель	Бронза
5	Кольцо регулир.	Железо
6	Тарелки	Железо—кр. медь
7	Уплотнение	Резина

Группа 3. Суперцентрифуги

В СССР распространены две системы — де-Лавалья и Шарплъ. Суперцентрифуга де-Лавалья по конструкции не отличается от вышеописанного сепаратора де-Лавалья, поэтому даем описание лишь суперцентрифуги Шарплъ, представляющей (рис. 19) узкий и длинный цилиндр (отношение диаметра к длине = 1 : 7) подвешенный вертикально к гибкой оси. В нижней части цилиндр снабжен каналом, через который по трубе (1) подается суспензия под некоторым давлением. Струя жидкости, пройдя канал, ударяется о пластинку (2), закрепленную в барабане. Вследствие вращения пластинки жидкость отбрасывается к стенкам, затем, под влиянием центробежной силы, разделяется на слои по своим удельным весам: твердые частицы оседают на стенке, а жидкость,

расположившись ровным слоем (ближе к центру), поднимается вверх и вытекает в уловитель из верхних отверстий в барабане.

Примечание. В случае разделения жидкостей разных удельных весов в верхней части устанавливается диафрагма, которая разделяет поднимающуюся жидкость на две части: более тяжелая выливается через нижнее отверстие, а легкая — через верхнее.

Для более совершенного разделения в некоторых больших моделях суперцентрифуг Шарплъ в верхнюю часть барабана вводятся тарелки, действующие по принципу разделительных тарелок сепараторов (рис. 20).

Как видно из описания, работа центрифуги идет непрерывно, пока не наберется достаточный слой осадка. Тогда центрифугу останавливают для разгрузки. Остановив мотор, разъединяют соединения (3) (рис. 19) вала с барабаном, поднимают колпаки (4, 5) и вынимают барабан из кожуха (6). Затем вставляют запасный барабан и центрифугу снова пускают в ход.

Снятый барабан очищают от осадка.

Нормали ГНИИХМа дают суперцентрифугам Шарплъ следующую характеристику по типам: № 1—для грубой суспензии, № 2—для тонкой суспензии, № 3 и 4 для тончайшей суспензии (см. таблицу 9).

Производительность сепараторов — от 10 до 20000 л/час обрабатываемой жидкости.

Область применения сепараторов и суперцентрифуг. Центрифуги названных типов получили широкое распространение в различных областях промышленности и применяются там, где необходимо разделение весьма тонких суспензий и мутей, очистка лаков и растительных масел, улавливание жиров из промывных вод, выделение красителей и полупродуктов из растворов (после грубой фильтрации), выделение дрожжей из бражки, предварительная очистка жидкого топлива для двигателей внутреннего сгорания, очистка и обезвоживание трансформаторного масла, а также для разделения жидкостей разных удельных весов.

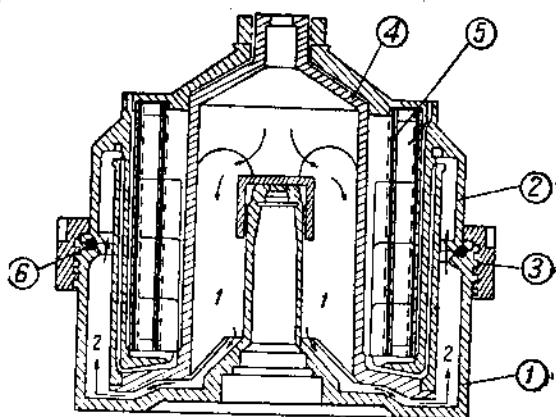


Рис. 18. Сепаратор системы „Вестфалия“ (разрез конструкции ГНИИХМа).

№ позиций	Наименование деталей	Материал
1	Корпус барабана	Сталь кованная
2	Крышка	„ „
3	Гайка	„ „
4	Распределитель .	Бронза
		Сталь
5	Фильтр. перегород.	Ткань
6	Уплотнение . . .	Резина

Таблица 8

Размеры \ Тип	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
a	340	420	420	420
B	55	65	65	65
c	195	254	254	265
d	200	250	250	250
e	620	650	690	725
E	235	255	255	270
f	730	770	800	840
g	810	865	905	950
h	1090	1200	1240	1300
H	1020	1120	1180	1240
K	430	500	500	500
m	99	140	140	140
n	288	285	285	285
S	60	60	60	60
P	1"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"
P _L	1 1/2"	2"	2"	2"
t	400	450	480	505
T	205	240	245	272
U	350	410	410	410
v	80	85	90	100
q	360	440	440	490
l	700	780	780	820
r	95	90	105	105
o	50	60	60	60
x	40	40	40	40
y	205	230	255	275
Z	320	400	400	450
R	155	160	190	220
P	165	180	210	220
Число оборотов бараб. .	7000	6800	6500	6000
Число обор. привода . .	700	680	650	600
Ширина ремня	50	60	60	60
Потребн. мощность . .	1,2	1,5	2	2
Мощность мотора . . .	1,5 НР	2 НР	2,5 НР	3,5 НР
Передаточное число . .	1:10	1:10	1:10	1:10

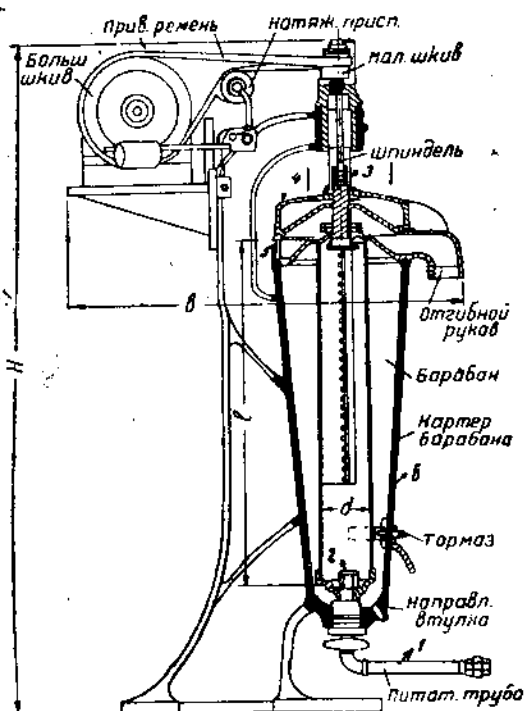


Рис. 19. Суперцентрифуга системы Шарплъ.

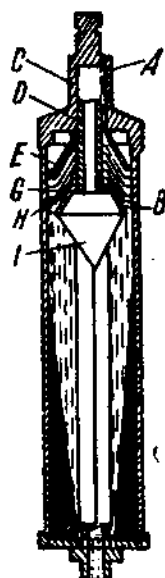


Рис. 20. Суперцентрифуга системы Шарплъ (схема барабана и разделителя).

- A — выходное отверстие,
- B — закреп. кольцо для набора конус. раздел.
- C — установ. винт к втулке разделителя,
- D — цилиндрич. втулка разделителя,
- E — верхний установочный конус,
- G — тарелки
- H — нижний установочный конус,
- I — конус для направления жидкости.

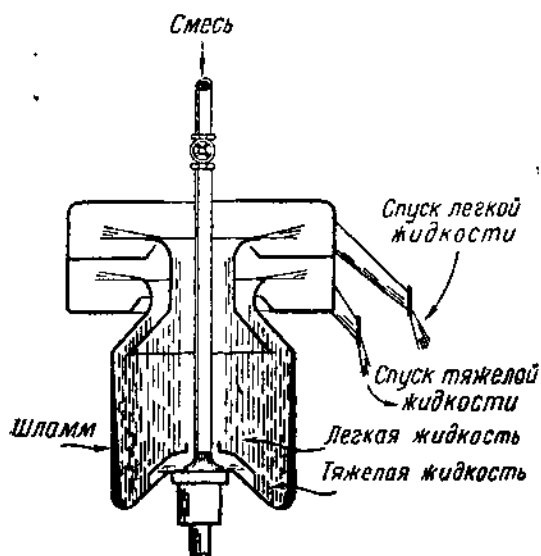


Рис. 21. Схема работы сепаратора при разделении жидкостей разных удельных весов.

Таблица 9

Производительность л в час	№ 1		№ 2		№ 3	№ 4
Трансмиссионное масло	1000		1300		2000	4000
Бензин	3000		4500		6000	12000
	откр.	закр.	откр.	закр.	откр.	закр.
<i>H</i> — высота	1200	1200	1500	1600	1600	1600
<i>l</i> — длина	750	750	800	870	870	870
<i>b</i> — ширина	550	660	660	700	700	700
<i>d</i> — диаметр	96	96	105	105	142,8	142,8
Объем твердых осадков (m^3)	3	3	6	6	12	—
Вес нетто (кг)	175	270	230	480	315	320
Мощность мотора (ЛС)	1,5	2,25	2,25	3	5	5
Расход мощности	1,2	1,7	1,7	2	4	4
Число оборотов барабана	17000	17000	15500	15500	12500	12500

ТИП II. ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СИСТЕМЫ: „ЖИДКОСТЬ — ЖИДКОСТЬ“

Класс А. Центрифуги непрерывного действия

Группа 1. Сепараторы

Принцип действия и описание конструкции дано при рассмотрении сепараторов периодического действия, предназначенных для разделения весьма тонких суспензий и таким образом отнесенных к I технологическому типу (см. стр. 70—72 и рис. 16, 17, 18 и 21).

При разделении жидкостей разных удельных весов этот тип центрифуг может работать непрерывно, например при разделении молока.

Производительность и характеристика приводных сепараторов по Фриц и Меннике (разделение молока) указаны в таблице 10.

Группа 2. Суперцентрифуги системы Шарпль

Принцип устройства и работы этой группы сверхбыстроходных центрифуг описан при рассмотрении I технологического типа центрифуг (см. стр. 72 и рис. 19, 20).

При отсутствии загрязнений в жидкой смеси суперцентрифуги работают непрерывно.

Данные для приводных сепараторов по Фриц и Меннике

Части конструкции и данные, их характеризующие	1 500 л/час	2 000 л/час	3 000 л/час	5 000 л/час
Вес барабана без жидкостей	36	55	87	120
Объем наполнения (см ³)	3000	4000	6500	11000
Наибольший диаметр барабана (мм)	264	305	348	385
Внутренний диаметр нижней части барабана (мм)	226	258	297	333
Высота нижней цилиндрич. части (мм)	124	135	155	205
Число оборотов в мин.	7000	7000	6500	6000
Окружная скорость (м/сек)	57	112	118	120
Тарелка: наибольший диаметр (мм)	197	227	262	287
наименьший диаметр (мм)	68	72	78	94
Коническая часть: наибольший диаметр (мм)	189	217	252	277
наименьший диаметр (мм)	68	72	78	94
Расстояние между тарелками (мм)	от 0,4	—	до 0,5	—
Угол наклона образующей	55	55	55	55
Число отверстий (мм)	4	4	4	4
Диаметр отверстий (мм)	18,5	18,5	26,5	31,5
Число тарелок	63	68	79	109
Объем грязевого пространства (см ³)	1180	1540	2400	4390
На 1 л приходится объема	0,79	0,77	0,80	0,88
Расход мощности на холостой ход ЛС	0,49	1,13	1,33	1,82
Расход мощности под нагрузкой	0,75	1,59	1,95	3,26
Вес сепаратора (кг)	165	232	260	400

ЛИТЕРАТУРА И СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

1. Биркган Ю. Б., Центрифуги, их работа, конструкция и расчет. ОНТИ, 1934.
2. Бэджер и Мак-Кэб, Основные процессы и аппараты химических производств, ОНТИ 1933.
3. Бурдаков Б. А., Обработка жидких неоднородных систем (на правах рукописи), ЕМХТИ, 1931.
4. Майзель, Справочное руководство по машиностроению, т. IV, вып. 2. Химическая аппаратура, ОНТИ, ГНТИ Украины, Харьков 1934.
5. Федоров Н. Е., Конспект лекций "Центрифугирование" (на правах рукописи), ЕМХТИ 1932.
6. КУК, Теория и расчет основного оборудования предприятий молочной промышленности, Снабтехиздат 1934.
7. Ямпольский, Фильтровальная аппаратура, ГХТИ, Л. 1932.

8. Номенклатура промышленного оборудования, часть II. Оборудование химической промышленности, ОНТИ 1932.

9. Нормали ГНИИХМа сепараторов и суперцентрифуг с объяснительной запиской.

10. Ценник на продукцию заводов ВОСХИМа, Харьков 1933.

11. Alliot, Centrifugal Dryers and Separators, London 1926.

12. Chemiehütte, Berlin 1927.

13. Perry, Chemical Engineers Handbook, № I. 1934.

Примеры пользования технологической классификацией центрифуг

I пример. Из практики производства поташа.

Определить технологический тип и наметить конструкцию центрифуги для отделения поташа от маточного раствора.

Д а н н ы е.

I. Раствор:

а) концентрация твердого вещества в суспензии . . . $\approx 75\%$

б) химическая активность щелочной

II. Осадок:

а) требуемая остаточная влажность $\approx 3\%$

б) структура кристаллический

в) химическая активность щелочной

г) должен быть промыт водой

или отбелен влажным паром

III. Процесс разделения должен быть механизирован.

Решение. Согласно таблице № 1 (сводка технологических условий, определяющих технологический тип центрифуги) для разделения системы „жидкость — твердое тело“ в случае грубых суспензий пригодны центрифуги технологического типа I-а.

Далее просматриваем классификацию центрифуг I-а технологического типа по таблице № 2.

Согласно заданию, процесс разделения должен быть механизирован. Этому заданию отвечают центрифуги класса Б (полунепрерывного действия) и класса В (непрерывного действия). Учитывая необходимость промывки осадка водой, отбелки паром, что заставляет на время этих операций прекращать подачу суспензии на фуговку и таким образом делает непрерывность условной, останавливаемся на центрифугах класса Б, т. е. аппаратах полунепрерывного действия. Механизация процесса может быть обеспечена путем автоматизации управления.

К классу Б относятся две конструктивные группы центрифуг: горизонтальные и вертикальные. Из числа центрифуг полунепрерывного действия получили наибольшее распространение горизонтальные центрифуги, поэтому останавливаем свой выбор на центрифуге горизонтального типа, разработанной ЭКИХИМАШем.

II пример. Из практики производства паранитроанилина.

Определить технологический тип и наметить конструкцию центрифуги для отделения паранитроанилина от раствора после перекристаллизации из воды.

Д а н н ы е.

- 1) концентрация твердого вещества в суспензии — $\approx 35\%$;
- 2) растворитель — вода;
- 3) осадок — кристаллический;
- 4) требуемая остаточная влажность — 5% ;
- 5) кристаллизация идет периодически.

Решение. Определение технологического типа центрифуги производим по таблице № 1. Для грубых суспензий — тип 1-а. Затем обращаемся к таблице 2 и останавливаемся на классе А — центрифуги периодического действия, что соответствует заданной производственной схеме (прерывной). К классу А относятся две группы центрифуг — вертикальные стоячие и вертикальные подвесные. Учитывая удобство разгрузки центрифуги и желательность осуществления самотека продукта (кристаллизатор, центрифуга, упаковочные барабаны), останавливаем свой выбор на центрифуге вертикальной подвесной конструкции.

III пример. Из практики производства индантеновых красителей.

Фильтрация индантеновых красителей на фильтрпрессах сопровождается некоторой потерей красителя в растворе. Ввиду высокой стоимости красителя целесообразно извлечь краситель, подвергнув раствор (после продолжительного стояния) дополнительному разделению центрифугированием.

Д а н н ы е:

- 1) концентрация муты ниже $0,1\%$, считая на взвешенные частицы красителя;
- 2) степень осветления раствора желательна максимальная.

Решение. По таблице № 1 находим, что заданному случаю соответствует технологический тип центрифуги 1-б — центрифуги для разделения тонких суспензий и мутей. По таблице № 2, раздел „б“, останавливаем свой выбор на сепараторе, принадлежащем ко 2-й конструктивной группе центрифуг этого технологического типа. Для заданного случая сепаратор является наиболее подходящим по силе действия и доступности.

IV пример. Требуется выделить хлопковое масло из промывных вод (соапстокса) после щелочной очистки. Определить технологический тип центрифуги и наметить конструкцию.

Данные:

- 1) характер смеси — эмульсия;
- 2) уд. вес масла — $\approx 0,9$;
- 3) уд. вес водного раствора соли (добавленной для разрушения эмульсии) — $\approx 1,05$.

Решение. Согласно таблице № 1, для разделения жидкостей разных удельных весов пригодны центрифуги, относящиеся ко II технологическому типу.

Далее по таблице 3 выбираем конструктивную группу центрифуг. По заданию имеем случай крайне тонкого разделения смеси жидкостей, поэтому останавливаем свой выбор на 2-й конструктивной группе — суперцентрифугах. Принимаем систему суперцентрифуги „Шарплъ“ в разработке ЭКИХИМАШа.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
Предисловие	5
Часть I. Фильтры	
I. Введение	5
II. Признаки, определяющие технологический тип фильтра	6
III. Классификация фильтров	13
<i>Тип I. Фильтры для грубых суспензий</i>	
Класс А. Фильтры периодического действия	14
Группа 1. Фильтры, работающие без давления или под вакуумом	14
вид а—фильтры с зернистой или пористой насадкой	14
б—нутч-фильтры	15
в—макальные фильтры	16
Группа 2. Фильтры, работающие под давлением	17
вид а—друк-нутчи	17
б—фильтрпрессы	18
в—фильтры механические листовые	23
г—закрытые вращающиеся дисковые фильтры	27
Класс Б. Фильтры непрерывного действия	30
Группа 1. Фильтры, работающие под вакуумом	31
вид а—вращающиеся барабанные вакуум-фильтры	31
б—вращающиеся дисковые вакуум-фильтры	38
в—вращающиеся тарельчатые вакуум-фильтры	42
г—вращающиеся „внутренние“ вакуум-фильтры	45
<i>Тип II. Фильтры для тонких суспензий и мутей</i>	
Класс А. Фильтры периодического действия	47
Группа 1. Фильтры, работающие под вакуумом	47
вид а—фильтровальные свечи	47
Литература и справочный материал	51
Часть II. Центрифуги	
I. Введение	52
II. Признаки, определяющие технологический тип центрифуги	53
III. Классификация центрифуг	54
6—Выбор химических аппаратов	81

Тип I-а. Центрифуги для разделения грубых суспензий

Класс А. Центрифуги периодического действия	56
Группа 1. Вертикальные стоячие центрифуги	57
Группа 2. " " подвесные "	57
Класс Б. Центрифуги полунепрерывного действия	60
Группа 1. Горизонтальные центрифуги	61
Группа 2. Вертикальные центрифуги	65
Класс В. Центрифуги непрерывного действия	67
Группа 1. Горизонтальные центрифуги	67
Группа 2. Вертикальные центрифуги	68

Тип I-б. Центрифуги для разделения тонких суспензий и мутей

Класс А. Центрифуги периодического действия	70
Группа 1. Центрифуги быстроходные	70
Группа 2. Сепараторы	70
Группа 3. Суперцентрифуги	72

Тип II. Центрифуги для разделения жидкостей

Класс А. Центрифуги непрерывного действия	76
Группа 1. Сепараторы	76
Группа 2. Суперцентрифуги системы Шарпля	76
Литература и справочный материал	77
Примеры пользования технологической классификацией центрифуг	78

-282094--

Цена 2 р.



ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ:
ГОСУДАРСТВЕННОМУ ИЗДАТЕЛЬСТВУ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
„СТАНДАРТГИЗ“
Москва, Кузнецкий мост, 20
Ленинград 1. Ул. Герцена, 11