

УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ПО ТЕХМИНИМУМУ

Н. М. ВАЙНМАН и П. П. ТЮРИН

ПРОИЗВОДСТВО СУПЕРФОСФАТА

ПОДПИСАНО
1933

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

к книге: Вайнман и Тюрин „Производство суперфосфата“

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
99	5 сверху	дробильного или раз-	дробленого или размо-
		мольного	лотого
100	3 сверху	металлургов	металлургии
101	5 сверху	усвояемую	усвояемую растениями
			форму, заключается цель
			кислотной обработки
106	сноски	SO ₂	SO ₃
119	6 снизу	в камеру	в камеру разложения.
			Поэтому котел Лоренца
			снабжен механической
			мешалкой

Н. М. ВАЙНМАН и П. П. ТЮРИН

ПРОИЗВОДСТВО СУПЕРФОСФАТА

Допущен Центртехпропом НКТП в качестве учебника для кружков техминимума по химической промышленности

1303023
И.в. 1956 г.
ПОГАСЕНО

НКТП СССР



О Н Т И

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ХИМИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД

1966 г.

Социалистическая перестройка сельского хозяйства, объединение мелких раздробленных земельных участков в колхозы и совхозы совершенно по-новому поставили вопрос о количестве и качестве сельскохозяйственной продукции. Мощное колхозное строительство, переход от дедовской старинки к научным методам землепользования наряду с механизацией сельского хозяйства дали возможность во всю ширь поставить вопрос о повышении урожайности наших полей — основной задаче сегодняшнего дня.

Механизация, внедрение трактора и сельскохозяйственной машины по существу только первый этап технической реконструкции сельского хозяйства. Химизация сельского хозяйства должна закрепить этот процесс. Именно удобрениям принадлежит сейчас решающая роль в деле поднятия урожайности.

Какова же роль удобрений в сельскохозяйственном производстве?

Как всякий живой организм, растения для своего нормального развития требуют наличия в окружающей их среде (почве, воздухе) целого ряда питательных веществ, из которых они строят свой корень, стебель, плоды и т. д. Среди этих питательных веществ наибольшее значение для растений имеют фосфор, азот и калий. От наличия в почве достаточного количества этих элементов зависит жизнь растения, его нормальное развитие. Но эти вещества находятся в почве в ограниченном количестве. Растения из года в год извлекают эти запасы питательных веществ, почва постепенно истощается, растения начинают голодать, и урожайность резко падает.

Предупредить истощение почвы можно, восполняя убыль питательных веществ в ней. Для этой цели и служат удобрения. Применяя удобрения, мы тем самым насыщаем почву питательными веществами и обеспечиваем нормальное питание растений. Мало того, применение удобрений дает возможность не только поддерживать урожайность на прежнем уровне, но и значительно повысить ее.

Особенно показателен в этом отношении пример Германии, которая на протяжении 30 лет почти удвоила урожайность по хлебным культурам, причем 50% этого повышения урожайности падает на долю удобрений.

На данной почве то или иное растение может испытывать наибольшую нужду в каком-либо одном питательном элементе или двух или нескольких сразу. В зависимости от этого и определяется характер применяемого удобрения.

Удобрения разделяются на азотные, фосфорные, калийные и смешанные, т. е. такие, которые содержат два или несколько необходимых растениям питательных веществ.

В большинстве случаев почва больше всего испытывает нужду в фосфоре, поэтому наиболее распространены фосфорные удобрения, среди которых первое место занимает суперфосфат. По данным 1930 г. мировое производство суперфосфата составило примерно 15 миллионов тонн.

Огромная роль суперфосфата в мировом производстве удобрений определяется следующими моментами. С одной стороны, фосфор, как уже было указано, в большинстве случаев является наиболее дефицитным питательным элементом. С другой стороны, наличие в большинстве стран значительных запасов дешевого сырья для производства суперфосфата — фосфоритов — и относительная простота производства его обеспечили значительное развитие суперфосфатного производства во всем мире.

В 1928 г. мировая продукция суперфосфата распределялась по главнейшим странам следующим образом (в тысячах тонн):

САСШ	4 994	Голландия	645
Франция	2 350	Бельгия	400
Италия	1 050	Польша	240
Германия	696		

Из этой таблицы видно, что на долю САСШ приходится почти треть всего мирового производства суперфосфата. Это вполне понятно, так как САСШ обладают весьма большими запасами высококачественных фосфоритов и внутренним рынком огромной емкости.

То же самое можно сказать и относительно Франции, располагающей в своих африканских колониях (Марокко, Алжир, Тунис) весьма большими запасами высококачественных фосфоритов.

Что касается СССР, то до 1928 г. мы занимали по производству суперфосфата одно из последних мест.

Мелкое крестьянское хозяйство дореволюционной России характеризовалось весьма низкой степенью сельскохозяйственной техники, и потребление крестьянским хозяйством удобрений было крайне ничтожно.

Единственным потребителем минеральных удобрений было крупное помещичье хозяйство, которое, производя продукцию, главным образом, для экспорта, вынуждено было внедрять в свое хозяйство сельскохозяйственную машину и удобрения. Но благодаря наличию в России дешевых рабочих рук, развитие производства удобрений протекало крайне медленно и в результате в 1913 г. на территории огромной земледельческой России производилось всего примерно 150 тысяч тонн суперфосфата. Производство это, базируясь на заграничном сырье, сосредоточивалось главным образом близ западных границ — в Привислянском крае и частично в Белоруссии и Украине.

В период империалистической войны суперфосфатные заводы прекратили производство (часть из них эвакуировалась в глубь России)¹, и в 1916 г. производство суперфосфата в России едва достигало 12 тысяч тонн. Уровень производства суперфосфата 1913 г. был достигнут в 1927/28 г., в течение которого было произведено 165 тысяч тонн.

Последующие годы характеризовались бурным ростом суперфосфатного производства. Рост этот происходил как за счет строительства новых заводов, так и за счет реконструкции старых.

За последние годы вступили в строй крупнейшие заводы: Невский, Константиновский, Воскресенский. Реконструированы старые заводы: Пермский, Винницкий.

О размерах этих заводов можно судить хотя бы по тому, что производительность одного только Невского завода в два раза превышает производительность всех суперфосфатных заводов царской России вместе взятых.

В настоящее время Советский союз по производству суперфосфата занимает уже третье место в мире.

¹ Бессарабский завод «Анда» был эвакуирован в Пермь и послужил основой для последующего развития Пермского суперфосфатного завода. Для Чернореченского суперфосфатного завода было использовано оборудование эвакуированного Мюльграбенского завода (близ Риги).

Что изучает химия

В чем, в сущности, состоит работа каждой фабрики и каждого завода?

Состоит она в том, что поступающее на фабрику или завод сырье перерабатывается там в готовую продукцию данной фабрики, другими словами, работа машин и рабочих вызывает в поступившем материале — сырье — определенные изменения, превращающие его в готовую продукцию. На текстильной фабрике из волокон растений или шерсти животных делают бумажные материи, сукна. На кондитерской фабрике из сахара, фруктовых соков, муки, молока, какао, меда и пр. делают конфеты. На металлургических заводах из руд добывают металлы. На других заводах из кусков металла изготовляют разные вещи, придавая им ту или иную нужную форму.

Если внимательно приглядеться к тому, что делается вокруг нас, то нетрудно увидеть, что и повсюду идут различные изменения в окружающем. Идет дождь, становится мокро. Пригрело солнышко, вода испаряется, уходит в воздух. Растут растения и животные, они питаются, размножаются. После смерти они разлагаются, разрушаются, а вместо них нарождаются новые. То нагревается, то охлаждается железная крыша на доме, с течением времени она ржавеет. Изнашивается платье, срабатывается инструмент, стираются даже ступени каменных лестниц в домах.

Везде и всюду идут различные изменения: и при работе человека и в окружающем его мире. Однако не все такие изменения изучает химия, а только изменения вполне определенного рода. Какого именно рода, это можно будет разобрать хотя бы на таком примере.

На далеком севере нашего Союза, на Кольском полуострове, среди диких Хибинских тундр мы разрабатываем огромные залежи содержащего фосфор минерала апатита — ценного сырья для выработки фосфорных удобрений.

¹ Глава составлена Б. Г. Андреевым.

Хибинские апатиты не всегда существовали в природе. Когда-то давно, когда на поверхности расплавленной раньше земли начала образовываться от охлаждения твердая кора, они возникли из тех веществ, которые содержались в раскаленной массе земли. Эти апатиты пролежали спокойно в Хибинах многие миллионы лет, пока не наткнулись на них советские ученые. А вслед за учеными пришли наши рабочие и инженеры; теперь с хибинскими апатитами происходит целый ряд изменений.

Взрывчатые вещества дробят каменные глыбы. Куски руды доставляются на обоганительную фабрику. Здесь мощный транспортер перебрасывает их в дробильные машины, где руда размалывается на мелкие зерна. В таком виде она передается затем в так называемый флотационный корпус, где снова подвергается дроблению на специальных мельницах. После этого ее загружают в большие чаны и перемешивают с особыми жидкостями — олеиновой кислотой, березовым дегтем, жидким стеклом. Они образуют пену, которая обволакивает частицы апатита и заставляет их всплывать вверх, в то время как примеси опускаются на дно. Апатит отделяется, просушивается и поступает на склад.

Не кончаются на этом «приключения» апатитовой руды. Со склада она снова поступает в вагоны и отправляется на химические заводы. Здесь она опять претерпевает целый ряд изменений. Апатит на особых мельницах размалывают в тонкую муку и просеивают последнюю через сита для отделения от более крупных кусочков. Затем муку смешивают с серной кислотой и получают таким путем суперфосфат, ценное удобрение для сельского хозяйства. Отделенный от жидкости и просушенный суперфосфат поступает на склады, а оттуда снова в вагоны.

С химических заводов вагоны развозят суперфосфат по колхозным и совхозным складам. Здесь его вносят в землю, на которой будут расти затем хлопок, лен, сахарная свекла, табак, хлебные злаки и другие необходимые для нас растения. Растворяясь в почвенной влаге, суперфосфат вытягивается вместе с ней корнями и внутри растений превращается в новые вещества, составляющие тело этих растений.

Можно было бы и дальше проследить судьбу апатитовой руды. Но и сказанного достаточно, чтобы видеть, насколько сложные и многообразные превращения она претерпевает. Нетрудно однако заметить, что все эти превращения можно разделить на два сорта. При одних из них, например при получении из апатита суперфосфата или при превращении последнего в вещества растений, изменялось самое веще-

ство: суперфосфат — уже особое вещество, на апатит непохожее, а вещества тела растений в свою очередь — другие, непохожие на суперфосфат. При других же превращениях, например при дроблении или размалывании, менялась только форма руды, вещество же ее не менялось: апатит оставался апатитом.

Вот химия-то и изучает только изменения первого рода, т. е. такие, при которых изменяется самое вещество: когда из одних веществ получаются другие, на них непохожие. Все остальные изменения касаются другой науки — физики.

Если вы мысленно просмотрите ряд известных вам производств, то сами легко заметите, что в одних из них изменяется лишь внешняя форма предметов, — возьмите, например, работу цехов кузнечного, столярного, токарного. Это — производства механические. В них вещество, из которого состоят предметы, не изменяется; скажем, дерево остается деревом, хотя бы из него сделали стол, кровать, линейку или какой-либо другой деревянный предмет. В других же производствах — химических — происходит глубокое изменение самого вещества. Уксусная кислота, древесный спирт, скипидар, канифоль и другие продукты, добываемые из дерева, совсем не похожи на дерево, эти вещества обладают совершенно иными свойствами, чем дерево.

На металлургических заводах, когда из непохожих на металлы руд добывают металлы, происходят главным образом химические изменения.

На металлообрабатывающих заводах происходят изменения физические (придание кускам металла различной формы, плавка и т. д.). Сырость после дождя и испарение воды при нагревании солнцем — изменения физические. Питание животных и растений — изменение химическое, так как при этом вещества пищи превращаются совсем в другие вещества тела животных и растений.

Надо, впрочем, заметить, что и в производстве, и в природе изменения физические и химические идут рядом друг с другом и тесно переплетаются между собой. Разделяют же их только для удобства изучения, — так скорее можно разобраться в тех правильностях, или, как говорят в науке, законах, по которым они происходят.

Вещества простые и сложные

Перед вами кусок мела. Капните на него какой-нибудь кислотой, и он зашипит. Это из мела под действием кислоты выделяются пузырьки прозрачного, тяжелого, неспо-

собного поддерживать ни горения, ни дыхания углекислого газа.

Прокалим теперь кусок мела на очень горячем пламени. Из мела опять выделится углекислый газ, а оставшееся у нас белое твердое вещество на поверку окажется уже не мелом, а известной всем негашеной известью. Что все это значит? А это значит, что мел — сложное вещество, что он состоит, по крайней мере, из двух других веществ: углекислоты и негашеной извести. Соединяясь химически друг с другом, эти два вещества образуют мел, а мел в свою очередь можно разложить на эти два вещества.

Значит, мел — сложное вещество. Ну, а может быть, углекислый газ и негашеную известь тоже можно разложить на какие-нибудь вещества?

Оказывается, действительно можно. Если в углекислый газ внести горящую ленточку металла магния, то горение магния будет продолжаться. При этом углекислый газ будет разлагаться на уголь (или вернее как мы впоследствии узнаем углерод) и газ кислород. Горящий магний будет химически соединяться с этим углеродом, выделившимся из углекислого газа. Вот мы и разложили углекислый газ на два других вещества: углерод и кислород.

Химические исследования показывают, что негашеная известь в свою очередь тоже является сложным веществом и состоит из кислорода и особого мягкого металла кальция.

Путем нагревания, воздействия других веществ, действия электричества и т. п. удастся разложить и многие другие вещества, получить из них два или несколько таких, из которых они состояются. Многие, но не все.

Сколько ни бились химики, какие средства они не применяли, но все же им никогда не удавалось разложить обычными способами такие вещества, как кислород, углерод, кальций, железо, золото. Из этих веществ можно было получить новые только в том случае, когда они соединялись с одним или несколькими другими веществами, разложить же их не удавалось. Вот такие-то вещества и стали называть веществами простыми. К ним относятся, кроме перечисленных выше, такие вещества, как сера, фосфор, хлор, медь, олово и ряд других (их известно около девяти десятков).

Вам, конечно, приходилось видеть много самых разнообразных кирпичных построек — домов, башен, стен и т. п. И все эти столь различные сооружения возведены из сравнительно небольшого набора разных форм кирпичей. Подобно этому и все бесконечно разнообразные сложные вещества, встречающиеся в природе и в производстве, склады-

ваются из сравнительно небольшого числа простых веществ, по разному и в разных количествах химически соединенных друг с другом.

А теперь обратите внимание еще вот на что. Вы хорошо знаете уголь, видели наверно графит и по крайней мере хоть слышали о существовании красивого драгоценного камня алмаза. Но если бы вы попробовали сжечь все эти разные вещества в атмосфере чистого кислорода, то вы во всех трех случаях получили бы совершенно одинаковый углекислый газ и больше ничего. При сжигании ядовитого, желтого фосфора или неядовитого красного фосфора тоже получаются совершенно одинаковые продукты горения. Разные виды серы при горении образуют один и тот же удушливый сернистый газ.

Что это значит, как это понять?

А это значит вот что. Конечно, уголь (вполне чистый), графит и алмаз — разные вещества, но состоят они из одного и того же химического элемента, который мы называем углеродом. Красный фосфор и желтый фосфор — тоже разные вещества, но состоят они из одного и того же химического элемента — фосфора. Разные виды встречающейся нам серы состоят из одного и того же химического элемента — серы. И в меле, собственно, нет металлического кальция, или газа кислорода, или какого-нибудь из известных нам видоизменений углерода, а есть химически соединенные друг с другом элементы: кальций, углерод и кислород.

Следовательно, простые вещества представляют собой химические элементы в свободном состоянии, причем некоторые химические элементы могут встречаться в различных видоизменениях.

Как построено всякое вещество

Теперь зададимся вопросом о том, как построено всякое вещество — сплошное оно или состоит из отдельных частичек. На этот вопрос отвечает так называемая атомная теория, сущность которой сводится к следующему:

Всякое простое вещество состоит из мельчайших частичек-атомов, которые являются как бы основными кирпичиками, из которых строится это вещество.

Когда два или несколько простых веществ соединяются друг с другом, образуя химическое соединение, то при этом происходит соединение атомов простых веществ. Атомы различных простых веществ при соединении друг с другом

образуют мельчайшую частичку сложного вещества, называемую молекулой. Так, атомы углерода, соединяясь с атомами кислорода, образуют молекулы углекислого газа или молекулы другого соединения — окиси углерода (называемой иначе угарным газом). Атомы водорода, соединяясь с атомами кислорода, образуют молекулы воды. Нередко атомы какого-нибудь одного простого вещества соединяются друг с другом и образуют молекулы этого простого тела.

Предположение о существовании атомов и молекул в настоящее время блестяще подтверждено опытным путем, и теперь никто из ученых уже не сомневается в том, что атомы существуют и в действительности.

Атомы и молекулы имеют чрезвычайно малые размеры: их нельзя заметить ни в какие микроскопы. И тем не менее химикам удалось определить, во сколько раз атом какого-либо химического элемента весит больше или меньше, чем атом другого элемента, и определить очень точно.

На первый взгляд такая вещь кажется совсем невероятной. Как же это можно класть на весы и взвешивать атомы — такие мелкие частички вещества, которых не разглядишь и с помощью сильнейшего микроскопа? — Но этого вовсе и не нужно делать. При известных условиях в одинаковых объемах газов водорода и кислорода находится одинаковое число атомов того и другого. Взвешивая эти объемы, находят их относительный вес. Оказывается, что определенный объем кислорода в 16 раз тяжелее такого же объема водорода. А раз в них одинаковое число атомов, то значит и атом кислорода в 16 раз тяжелее атома водорода.

Атом водорода оказался самым легким из атомов всех элементов. Поэтому вес атома водорода и приняли за единицу, выражая вес других атомов по отношению к водороду. Говорят, например, что атомный вес кислорода — 16, азота — 14, углерода — 12, железа — 56, свинца — 207 и т. д. Это значит, что атом кислорода в 16 раз, азота в 14, углерода в 12, железа в 56 и свинца в 207 раз тяжелее, чем атом водорода.

Здесь надо оговориться, что приведенные только что цифры атомных весов нами округлены. Кроме того, по некоторым причинам атомные веса всех элементов вычисляют не по отношению к водороду, а по отношению к кислороду, атомный вес которого принимается равным 16 (атомный вес водорода в этом случае будет не 1, а 1,008) (см. таблицу химических элементов с их точными атомными весами по отношению к кислороду).

Алфавитный список важнейших химических элементов

Название элемента	Химический знак	Как чита- ются бук- вы	Атомный вес	Название элемента	Химический знак	Как чита- ются бук- вы	Атомный вес
Азот . . .	N	эн	14,01	Медь . . .	Cu	цэ — у	63,57
Алюминий .	Al	а — эль	26,97	Мышьяк . .	As	а — эс	74,95
Барий . . .	Ba	бэ — а	137,36	Натрий . . .	Na	эн — а	23,0
Бор	B	бэ	10,82	Никель . . .	Ni	эн — и	58,69
Бром	Br	бэ — эр	79,92	Олово	Sn	эс — эн	118,7
Висмут . . .	Bi	бэ — и	209,0	Платина . . .	Pt	пэ — тэ	195,23
Водород . . .	H	аш	1,008	Радий	Ra	эр — а	125,97
Гелий	He	аш — э	4,0	Ртуть	Hg	аш — гэ	200,61
Железо . . .	Fe	эф — э	55,84	Свинец	Pb	пэ — бэ	207,21
Золото . . .	Au	а — у	197,2	Серебро . . .	Ag	а — гэ	107,88
Иод	I	иот	126,93	Сера	S	эс	32,06
Калий	K	ка	39,1	Сурьма	Sb	эс — бэ	121,76
Кальций . . .	Ca	цэ — а	40,07	Углерод . . .	C	цэ	12,0
Кислород . .	O	о	16,0	Фосфор	P	пэ	31,02
Кобальт . . .	Co	цэ — о	58,94	Фтор	F	эф	19,0
Кремний . . .	Si	эс — и	28,66	Хлор	Cl	цэ — эль	35,46
Магний	Mg	эм — гэ	24,32	Хром	Cr	цэ — эр	52,01
Марганец . .	Mn	эм — эн	54,93	Цинк	Zn	зэт — эн	65,38

Химическая азбука

Теперь вам нужно познакомиться с особым химическим языком, чтобы научиться читать и понимать химические формулы и уравнения.

Химический язык — это такой интернациональный язык, который понимает всякий человек любой национальности, если он хоть немножко знаком с химией. Химики имеют свой интернациональный язык так же, как имеют его, например, математики. Интернациональный язык математиков знает каждый грамотный человек. Три значка «586» на любом языке обозначают число «пятьсот восемьдесят шесть». Знаки «46 + 34 — 20» показывают каждому грамотному человеку любой национальности, что к числу сорок шесть надо прибавить число тридцать четыре, а из полученной суммы вычесть число двадцать. А если написать «46 + 34 — 20 =

— 60», то получится выражение, дающее во второй его половине результат тех действий, которые показаны в первой половине.

Очень похож по существу своему на этот математический язык и язык химиков. Только здесь условными значками служат уже не цифры, как в приведенных выше примерах, а особые буквы.

В химии условились обозначать каждый химический элемент начальной буквой его латинского названия. Так, например, кислород обозначается буквой О — от латинского названия *Oxygenium*, которое по-русски читается «оксигениум», водород обозначается буквой Н (аш) — от *Hydrogenium* (гидрогениум), углерод — С (це) от *Carbonium* (карбонеум) и т. д.

В тех случаях, когда названия нескольких элементов начинаются с одной и той же буквы, то в обозначениях элементов (иногда кроме одного) к первой букве прибавляется одна из последующих. Например, углерод, как было сказано, обозначается буквой С, медь *Cuprum* (купрум) — Cu (цэ-у), хлор *Chlorum* (хлорум) — Cl (цэ-эль) и т. д.

В таблице даны значки важнейших химических элементов. Элементы расположены в ней в алфавитном порядке из русских названий. Значки этих элементов вам придется постепенно запомнить.

Итак, значит, каждый элемент в химии обозначается одной или двумя буквами, взятыми из его латинского названия. Если написан значек Н, то каждый химик — немец, англичанин, русский, японец — все равно знает, что речь идет о водороде. Но мало этого.

Каждый химик знает при этом, что речь идет не о водороде вообще, а об атоме водорода. Значек Н обозначает 1 атом водорода, значек О — 1 атом кислорода, значек Cl — 1 атом хлора и т. д. И смотрите, какое получается удобство и экономия: вместо того, чтобы говорить «1 атом железа» мы пишем просто две буквы Fe, вместо «1 атом серы» — букву S и пр.

Как видите, стоит немножко потрудиться, чтобы усвоить этот язык.

Ну, а как быть в том случае, когда нам нужно обозначить например не атом, а молекулу какого-нибудь элемента. Как, скажем, на химическом языке изобразить, что «молекула водорода состоит из 2 атомов водорода». — Очень просто, мы пишем H₂ (читается «аш два»). Другими словами, около знака элемента справа внизу мы ставим цифру, указывающую, сколько атомов этого элемента содержится в его молекуле.

Еще пример: молекула кислорода O_2 (читается «о два»), молекула серы (при некоторых условиях) — S_4 (эс четыре), молекула азота — N_2 (эн два) и т. д.

Пойдем дальше и предположим, что нам нужно обозначить не молекулу элемента, а молекулу сложного вещества. В этом случае мы просто пишем рядом знаки элементов, входящих в состав молекулы данного сложного вещества. Например, молекула окиси углерода состоит из 1 атома углерода (C) и 1 атома кислорода (O). Знак окиси углерода или, как говорят, ее формула будет CO (читается «цэ-о»). Молекула хлористого натрия (поваренной соли) состоит из 1 атома натрия (Na) и 1 атома хлора (Cl) — значит, формула хлористого натрия будет NaCl (читается «эн-а-цэ-эль» или «натрий-хлор»).

Ну а как делается, когда в состав молекулы сложного вещества входят между другими и несколько одинаковых атомов, т. е. несколько атомов одного и того же элемента? В таких случаях опять-таки поступают просто: справа внизу у знака соответствующего элемента пишут маленькую цифру, показывающую число атомов этого элемента в соединении. Молекула воды, например, состоит из 2 атомов водорода (H) и 1 атома кислорода (O), значит ее химическая формула будет H_2O (аш два о). Обратите внимание на огромное удобство и экономию: вместо того, чтобы сказать «молекула серной кислоты состоит из 2 атомов водорода, 1 атома серы и 4 атомов кислорода», я пишу понятную для химика формулу H_2SO_4 (аш два эс-о четыре). Вместо того чтобы сказать «молекула чилийской селитры состоит из 1 атома натрия, 1 атома азота и 3 атомов кислорода», я пишу $NaNO_3$ (эн-а эн-о три, или натрий эн-о три).

Но опять-таки и этого всего мало. Вспомнив сказанное раньше и вдумавшись в наши таинственные для незнакомого с ними человека формулы, мы откроем в них еще более глубокое содержание. В самом деле, ведь атом каждого элемента имеет свой определенный атомный вес, который не изменяется и тогда, когда этот атом химически связывается с другими атомами. Но тогда, значит, мы по формуле любого химического соединения легко можем вычислить его молекулярный вес.

Берем, например, хлористый натрий. Как показывает его формула NaCl его молекула состоит из 1 атома натрия (Na) и 1 атома хлора (Cl). Значит, молекулярный вес (вес молекулы) хлористого натрия равен сумме атомных весов натрия и хлора. В таблице находим, что атомный вес натрия равен 23,0, а атомный вес хлора — 35,46. Складывая эти

цифры получаем, что молекулярный вес хлористого натрия равен $23,0 + 35,46 = 58,46$.

Другой несколько более сложный пример: нам нужно узнать молекулярный вес серной кислоты H_2SO_4 . Совершенно очевидно, что мы его получим, сложив 2 атомных веса водорода (H), 1 атомный вес серы (S) и 4 атомных веса кислорода (O). С помощью таблицы получаем тогда, что молекулярный вес серной кислоты $H_2SO_4 = 2 \cdot 1,008 + 32,06 + 4 \cdot 16 = 2,016 + 32,06 + 64 = 98,076$.

Вот, следовательно, какую интересную возможность дают нам наши формулы. По любой из них можно узнать молекулярный вес соответствующего соединения, если сложить атомный вес всех составляющих молекулу атомов. Эта возможность чрезвычайно важна для различных технических и теоретических расчетов.

Что такое кислоты, основания и соли

Вы познакомились с самой первоначальной химической азбукой. Но, чтобы быть химически грамотным человеком, вам нужно еще научиться осмысленно пользоваться этой азбукой. Для этого, прежде всего, необходимо знать, что такое кислоты и основания и как образуются продукты их взаимодействия — соли.

Хотя число химических элементов и ограничено (их известно около 90), но все-таки он не так уже мало. Поэтому для облегчения изучения их разбивают по группам, причем в каждую группу входят сходные между собой по тем или иным свойствам элементы.

Здесь мы ограничимся знакомством с первоначальной разбивкой элементов на две большие группы: 1) **металлы** и 2) **неметаллы** или **металлоиды**.

Если вам дать, с одной стороны, по кусочку железа, меди, цинка, алюминия, а с другой — серы; фосфора, графита, то вы легко убедитесь, что первая группа элементов чем-то характерно отличается от второй. Железо, цинк, медь, алюминий вы без колебания назовете металлами, но, конечно, никак не решитесь назвать металлами серу, фосфор, графит, тем более, скажем, кислород или азот. Но в чем тут дело? Какие основные признаки отличают одну группу от другой?

Прежде всего вам бросится в глаза характерный блеск металлов (само собой разумеется, если они чисты), в то время как металлоиды такого металлического блеска не имеют. Это — одно отличие.

Вспомните теперь как быстро нагревается металлическая ложка от горячего супа, или железный прут, которым вам приходится мешать угли в печке. Между тем, кусок угля вы можете с одного конца раскалить, или кусок серы зажечь, свободно держа другой конец в руке. Значит, металлы проводят тепло хорошо, а металлоиды плохо. Это — второе отличие.

Ну, а из чего делают электрические провода и такие части машин, через которые должен хорошо проходить электрический ток? Конечно из металла, потому что металлы хорошо проводят электричество. Металлоиды же, как правило, электричество проводят плохо: такие вещества, как, например, графит, являются здесь исключением.

Вот мы уже нашли целый ряд различий между металлами и металлоидами, а теперь остановимся еще на одном.

Все химические элементы, кроме так называемых благородных газов (гелий, неон, аргон, криптон, ксенон и нитон), образуют соединения с кислородом. Такие кислородные соединения называются в химии окислами. Окислы образуют как металлы, так и металлоиды, но между теми и другими есть существенное различие.

Образующийся при горении серы удушливый газ — сернистый газ SO_2 и твердое вещество серный ангидрид SO_3 — это окислы серы. Попробуем пропускать сернистый газ через воду, — он частично растворится в ней. Отведаем осторожно этот раствор на вкус, — вкус окажется кислым. Опустим в него бумажку, окрашенную особой краской — лакмусом в синий цвет, — бумажка сейчас же сделается красной. Таким свойством — изменять цвет синей лакмусовой бумажки в красный — обладают кислоты. У нас в растворе содержится сернистая кислота H_2SO_3 , получившаяся от соединения сернистого газа с водой.

Серный ангидрид, в свою очередь, соединяясь с водой, дает серную кислоту H_2SO_4 . И вот оказывается, что окислы металлоидов вообще, как правило, образуют при соединении с водой кислоты. Такие окислы поэтому и называют кислотными, или ангидридами кислот.

Совсем, однако, иное будет дело, если мы начнем испытывать подобным же образом окислы металлов. Возьмем для примера окисел натрия Na_2O . Если попробовать слабый водный раствор этого окисла, то вкус его окажется щелочным. Опушенная в этот раствор красная лакмусовая бумажка сейчас же изменит свой цвет в синий. Такие окислы, как окисел натрия, образуют при соединении с водой так называемые гидраты оснований. Например,

известный уже вам окисел кальция CaO (негашеная известь), соединяясь с водой, образует гидрат окиси кальция (гашеную известь), формула которой Ca(OH)_2 ¹. Поэтому окислы металлов называют основными или основаниями.

Теперь нужно сделать оговорку. Вы хорошо знаете поговорку «нет правил без исключений». Точно так же и здесь нельзя принимать все сказанное о металлах, металлоидах и их окислах за безусловные правила, не имеющие исключений. Это, конечно, не так. Во-первых, есть элементы, которые по одним своим свойствам похожи на металлы, а по другим на металлоиды (например, сурьма, олово и т. п.). Во-вторых, не всякий окисел является обязательно или кислотным или основным. Есть, кроме того, еще так называемые промежуточные окислы, которые в одних случаях ведут себя как основные, а в других — как кислотные. (Например, окисел алюминия Al_2O_3 , окисел олова SnO_2 и др.)

Наконец, есть и окислы, не имеющие ни кислотного, ни основного характера.

Но мы не будем останавливаться на дальнейших подробностях об окислах, а займемся опять-таки химическими фактами, которые понадобятся нам для лучшего усвоения интернационального языка химиков. И для этого зададимся прежде всего вот каким вопросом: как действуют химические окислы друг на друга?

Смешивая сернистый газ SO_2 с углекислым газом CO_2 , мы получим простую смесь обоих газов. И сернистый газ и углекислый газ — оба кислотные окислы и друг на друга они химически не действуют. Так же ведут себя и другие кислотные окислы: они или вовсе не действуют друг на друга, или образуют друг с другом непрочные химические соединения.

То же относится и к основным окислам. Но совсем иное дело будет, если мы приведем в тесное соприкосновение кислотный окисел с основным. Они будут энергично соединяться друг с другом с большим выделением тепла, образуя при этом такое вещество, которое в химии называется солью.

Например, окись натрия Na_2O (основной окисел), соединяясь с двуокисью углерода CO_2 (кислотный окисел), образует соль углекислый натрий Na_2CO_3 (соду); окись кальция CaO (основной окисел), соединяясь с серным ангидридом

¹ В данном случае скобки, за которыми поставлена маленькая цифра 2, показывают, что она относится как к атому кислорода (O), так и к атому водорода (H). Другими словами, в состав молекулы гидрата окиси кальция входят: 1 атом кальция, 2 атома кислорода и 2 атома водорода.

SO_3 (кислотный окисел), образует соль сернокислый кальций CaSO_4 и т. д.

Только ли таким путем могут образоваться соли. Нет, не только. Соли могут получаться и взаимодействием кислот с гидратами оснований (например, гидрат окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с серной кислотой H_2SO_4 дает тот же сернокислый кальций CaSO_4 , причем выделяется еще вода, о чем мы будем говорить дальше); они могут получиться действием металлов на кислоты (например, цинк Zn при действии на серную кислоту дает сернокислый цинк ZnSO_4), а также и другими путями.

А теперь рассмотрите внимательно следующую табличку некоторых кислот и гидратов оснований:

Кислоты	Гидраты оснований
Серная кислота H_2SO_4	Гидрат окиси натрия NaOH
Угольная кислота H_2CO_3	Гидрат окиси калия KOH
Азотная кислота HNO_3	Гидрат окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Фосфорная кислота H_3PO_4	Гидрат окиси железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Не замечаете ли вы, что в каждой кислоте есть обязательно атомы водорода, а в каждом гидрате основания одна или несколько групп OH , состоящих из 1 атома кислорода и 1 атома водорода. Группа OH называется гидроксильной группой или гидроксидом, и гидроксил есть обязательная составная часть каждого гидрата основания.

Вот другая поучительная табличка, которая поможет нам лучше разобраться в том, что такое соли:

Кислоты	Соли
Серная кислота H_2SO_4	Сернокислый цинк ZnSO_4
Угольная кислота H_2CO_3	Углекислый натрий Na_2CO_3
Азотная кислота HNO_3	Азотнокислый калий KNO_3
Фосфорная кислота H_3PO_4	Фосфорнокислый натрий Na_3PO_4

Сравните правую половину этой таблички с левой. Вы легко заметите, что разница между написанными с той и другой стороны формулами заключается только в том, что справа на месте водорода H стоит какой-нибудь металл (Zn , Na , K). Таким образом мы можем сказать, что **соль есть кислота, в которой водород замещен металлом**. Значит, и кислоты характеризуются тем, что в их составе находится водород, способный замещаться металлами.

При этом совсем не обязательно, чтобы в соли был замещен металлом весь водород кислоты. Существуют, например, фосфорнокислые соли натрия NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4 , в которых замещена металлом только часть водорода. Такие соли называются кислыми.

Заметьте кстати еще, что общие для солей и соответствующих кислот группы атомов SO_4 , NO_3 , CO_3 , PO_4 и т. п. называются нередко кислотными остатками.

Ну теперь, чтобы окончательно вооружиться для усвоения основ химической грамоты, вам нужно еще узнать, что такое валентность.

Что такое валентность

Взгляните еще раз внимательно на табличку, в которой написаны рядом кислоты и некоторые соответствующие им соли. Посмотрите, сколько атомов водорода в кислоте способны замещать атомы разных металлов.

Вы легко заметите, что в то время как каждый атом калия K или натрия Na способен замещать только 1 атом водорода, атом цинка Zn замещает уже 2 водородных атома. Следовательно, атомы разных металлов способны замещать разные количества атомов водорода.

А теперь сопоставьте между собой следующие водородные соединения некоторых элементов: HCl , HBr , H_2O , H_2S , NH_3 , PH_3 , CH_4 , SiH_4 .

Вы видите, что хлор Cl и бром Br соединяются только с 1 атомом водорода, кислород O и сера S — с двумя, азот N и фосфор P — с тремя, а углерод C и кремний Si — с четырьмя. Значит, атомы разных элементов также различны по своей способности соединяться с тем или иным количеством атомов водорода.

Подобное же различие мы заметим и в соединениях разных элементов с каким-нибудь другим определенным элементом, например: KCl , CuCl_2 , AlCl_3 , PtCl_4 .

Вот это-то важное свойство различных элементов нужно всегда иметь в виду, чтобы уметь пользоваться химическим языком. Разберемся поэтому в нем несколько подробнее.

Прежде всего запомните, что способность атома элемента присоединять к себе то или другое количество атомов других элементов называется в химии валентностью¹.

Но вы вероятно знаете, что точные науки, к числу которых относится и химия, все стремятся измерить, выразить в определенных мере и числе. Как же можно измерить валентность?

Для этого условились за меры валентности принять то количество атомов водорода, с которым может соединиться данный элемент. Например, из водородных соединений, на-

¹ Иногда ее называют также атомностью.

писанных выше, видно, что по отношению к водороду хлор и бром одновалентны (т. е. их атомы соединяются с 1 атомом водорода), кислород и сера — двухвалентны, азот и фосфор — трехвалентны, углерод и кремний — четырехвалентны.

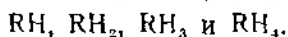
Но ведь не все же элементы образуют соединения с водородом. Как же определить валентность такого элемента, водородные соединения которого неизвестны? Как выйти из этого, на первый взгляд как будто бы безвыходного, положения?

Нет, положение в данном случае совсем не безвыходное. Во-первых, валентность металлов можно определить, например, по их способности замещать определенное число атомов водорода в кислоте. Из сопоставления, скажем, формул H_2SO_4 и $ZnSO_4$ видно, что цинк здесь двухвалентен. А во-вторых, и это главное, — валентность элементов можно определить из его соединений с такими элементами, валентность которых известна. Мы знаем, например, что кислород двухвалентен, хлор (по отношению к водороду) одновалентен и т. д. Поэтому мы можем сказать, что в соединениях CuO , Na_2O , P_2O_3 , $AlCl_3$, $PtCl_4$ — медь Cu двухвалентна, натрий Na одновалентен, фосфор P трехвалентен, алюминий Al трехвалентен, платина Pt четырехвалентна.

После всего сказанного можно точнее определить, что такое валентность. Валентность — это число, показывающее, сколько атомов водорода или других равнозначных ему в этом отношении атомов может соединиться с атомом данного элемента.

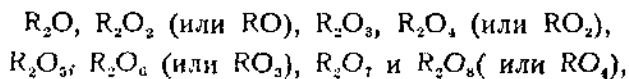
Какой же величины может достигать в различных случаях валентность? Может быть, выражающие ее цифры могут быть весьма разнообразны?

Нет, оказывается, что этих цифр в общем очень немного. Если мы обозначим вообще атом элемента, соединяющегося с водородом, через букву R , то типичные водородные соединения выразятся четырьмя формулами:



Другими словами, по отношению к водороду элементы могут быть одно-, двух-, трех- или четырехвалентными, не больше.

Более разнообразны соединения элементов с кислородом, но и их всего 8 форм:



т. е. по отношению к кислороду элементы могут быть самое большее восьмивалентными. Да и вообще цифры валентности больше восьми никогда не наблюдаются.

Теперь вас нужно предостеречь от ошибочного вывода, который вы, может быть, сделаете на основании всего только что сказанного. А именно, вы можете подумать, что валентность какого-нибудь определенного элемента, скажем хлора, всегда постоянна и выражается одним и тем же числом. Нет, это не так.

Валентность элемента — величина изменчивая, которая меняется в зависимости от того, с каким именно другим элементом он соединяется, а также и в зависимости от условий этого соединения (температуры, давления и т. д.). Например, хлор по отношению к водороду всегда бывает одновалентным. А вот с кислородом он при различных условиях может дать следующий ряд соединений:



т. е. по отношению к кислороду он может быть одновалентным, трехвалентным, четырехвалентным, пятивалентным и семивалентным. (Соединения Cl_2O_3 и Cl_2O_5 поставлены здесь в скобках потому, что в свободном виде сами они не получены, но известны соответствующие им кислоты и соли). Медь бывает одновалентна (Cu_2O) и двухвалентна (CuO), фосфор — трехвалентен (P_2O_3) и пятивалентен (P_2O_5) и т. д.

Если же это так, скажете вы, то какой же может быть толк от учения о валентности при изучении химического языка? Вот если бы каждый элемент имел вполне определенную валентность, то дело было бы другое. Тогда можно было бы сразу писать, например, формулы его солей, зная наперед, сколько атомов водорода он способен замещать в кислоте.

Подождите отчаиваться, дело обстоит не так уж плохо. В большинстве случаев каждый элемент имеет одну или несколько типичных для него валентностей, которые не так уж трудно усвоить.

В дальнейшие подробности учения о валентности нам здесь входить не придется. О сущности валентности, о так называемых побочных или остаточных валентностях и пр. вы узнаете из специального курса химии, если будете глубже изучать эту науку. Мы же только добавим еще, что валентность изображают часто черточками, поставленными около соответствующего атома, причем каждая черточка обозначает единицу валентности, например:



Таким же образом можно изображать и валентность кислотных остатков ($=\text{SO}_4$, $-\text{NO}_2$, $=\text{CO}_3$) или других групп атомов, например гидроксила ($-\text{OH}$).

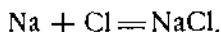
Химические уравнения

Химическую азбуку вы теперь усвоили: вы научились изображать химическими знаками элементы и их различные соединения — окислы, кислоты, основания, соли и т. д. Но ведь в природе нет ничего неизменного и постоянного, в ней все находится в вечном движении, и поэтому главной задачей химии является исследование и изучение превращений различных веществ, их взаимодействия, изменения, перехода одно в другое. Поможет ли нам здесь усвоенная нами химическая азбука, облегчит ли она работу, даст ли возможность коротко и просто выражать процессы превращения веществ — химические реакции?

Да. В этом ее главная задача и основное значение. Ведь обычную азбуку мы учим не ради нее самой, а для того, чтобы научиться с ее помощью читать и писать; так и здесь мы изучали химическую азбуку для того, чтобы овладеть химической грамотой, которая заключается в умении читать и писать уравнения химических реакций.

Но что это значит, — уравнение химической реакции?

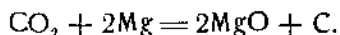
Раскалим кусочек натрия и опустим его в сосуд с хлором. Натрий загорится и будет выделять белый дым, который представляет собой не что иное, как хлористый натрий NaCl (поваренную соль). Натрий соединился с хлором, образовав поваренную соль. Эту реакцию мы можем изобразить следующим химическим уравнением:



При прокаливании в шахтной печи известняка CaCO_3 из него выделился углекислый газ CO_2 , и мы получили негашеную известь CaO . Эту реакцию мы изобразим таким уравнением:

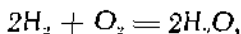


Зажженную ленточку металлического магния Mg мы опустили в сосуд с углекислым газом CO_2 . Магний продолжает гореть в углекислом газе, отнимая у него кислород и образуя окись магния MgO , причем выделяется уголь C . Уравнение:



Остановимся немножко на этом уравнении. В углекислом газе, как видно из его формулы CO_2 , есть 2 атома кислорода. Между тем, в окиси магния MgO на 1 атом магния приходится только 1 атом кислорода. Значит для связывания 2 атомов кислорода из молекулы углекислого газа нам понадобились 2 атома магния, что мы и изобразили формулой 2Mg . Получившиеся в результате 2 молекулы окиси магния мы изобразили формулой 2MgO . Значит, когда нам нужно обозначить, что в реакции участвует несколько одинаковых атомов или молекул, мы обозначаем их число соответствующей большой цифрой, поставленной перед знаком данного атома или формулой данной молекулы. Например, 3Cu — значит «3 атома меди», $4\text{H}_2\text{SO}_4$ — «4 молекулы серной кислоты», 2NaCl — «2 молекулы хлористого натрия» и т. д.

И смотрите, не путайте этих цифр с маленькими цифрами, стоящими в формулах справа внизу у соответствующих знаков химических элементов. Формулу $4\text{H}_2\text{SO}_4$ словами можно выразить так: «4 молекулы серной кислоты, каждая из которых состоит из 2 атомов водорода, 1 атома серы и 4 атомов кислорода». Знак O_2 обозначает 1 молекулу кислорода, состоящую из 2 атомов, знак 3O_2 — 3 молекулы кислорода, а знак 7O — 7 атомов кислорода и т. п. И когда мы хотим изобразить, что при соединении водорода с кислородом образовалась вода, то мы пишем:



т. е. 2 молекулы водорода (состоящая каждая из 2 атомов водорода), соединившись с 1 молекулой кислорода (состоящей из 2 атомов кислорода), образовали 2 молекулы воды (состоящие каждая из 2 атомов водорода и 1 атома кислорода).

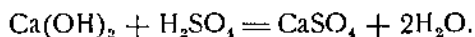
Видите, как много приходится говорить слов, чтобы рассказать то, что выражено ясно и понятно для каждого знающего химический язык нашим маленьким химическим уравнением. Как же мы их составляем?

Очень просто. С одной стороны, мы знаем, какие вещества у нас были исходными или взаимодействовали при химической реакции: их мы пишем в левой части уравнения и соединяем знаком плюс (+), когда их несколько. С другой стороны, мы знаем, какие вещества у нас образовались в результате реакции: их формулы мы пишем в правой части уравнения и тоже соединяем знаком плюс, если их несколько. Обе части уравнения мы соединяем знаком равенства (=).

Но при химических реакциях ни один атом какого-либо элемента не пропадает и не возникает вновь из ничего. Поэтому знак равенства мы имеем право поставить лишь в том случае, когда в правой части уравнения есть ровно столько же атомов любого участвующего в реакции элемента, сколько их было в левой части.

Значит, мы должны при этом правильно сообразить, какие коэффициенты (т. е. цифры, обозначающие число молекул или атомов) мы должны поставить в той и другой части уравнения.

Но мы опять-таки не исчерпали всего значения химического уравнения, — оно имеет гораздо более глубокое содержание, чем это может показаться с первого взгляда. Что обозначает, например, уравнение взаимодействия гидрата окиси кальция (гашеной извести) с серной кислотой, которое пишется так:



Попробуем перечислить это по порядку:

1. При взаимодействии гидрата окиси кальция и серной кислоты образуется сернокислый кальций CaSO_4 и вода, — это качественная сторона реакции.

2. Вес взятых для реакции веществ точно равен весу образовавшихся из них продуктов. Этот факт вы легко можете проверить подсчетом, пользуясь для него таблицей на стр. 12.

3. Одна молекула гидрата окиси кальция, взаимодействуя с 1 молекулой серной кислоты, дает 1 молекулу сернокислого кальция и 2 молекулы воды.

4. Каждые 74,086 весовых частей гидрата окиси кальция [молекулярный вес Ca(OH)_2], взаимодействуя с 98,076 весовых частей серной кислоты (молекулярный вес H_2SO_4), дадут 136,13 весовых частей сернокислого кальция (молекулярный вес CaSO_4) и 36,032 весовых частей воды (молекулярный вес H_2O).

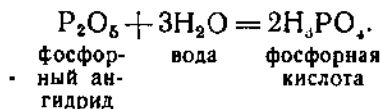
Другими словами, правильно составленное химическое уравнение позволяет нам вести всевозможные количественные расчеты химических реакций, имеющие огромное практическое значение.

Вот значит, как много говорит маленькая строка химических знаков человеку, умеющему ее с толком прочесть.

Состав, свойства, происхождение

Сырьем для производства суперфосфата являются фосфориты и апатиты, т. е. природные соли фосфорной кислоты.

В свободном виде в природе фосфор не встречается, так как на воздухе он быстро соединяется с кислородом, образуя фосфорный ангидрид (пятиокись фосфора) P_2O_5 , который при соединении с водой образует фосфорную кислоту:



В свою очередь, фосфорная кислота вступает в соединение, например с известняками (содержащими кальций), образуя при этом кальциевые соли фосфорной кислоты, главным образом трехкальциевый фосфат.

Фосфорная кислота представляет собою химическое соединение, состоящее из 3 атомов водорода (H_3), 1 атома фосфора (P) и 4 атомов кислорода (O_4) и химически обозначается следующим знаком: H_3PO_4 . Как и во всякой кислоте, водород в фосфорной кислоте может быть частично или полностью заменен каким-либо металлом. В зависимости от количества атомов водорода, которые замещены металлом, соли фосфорной кислоты могут быть однометаллическими, двуметаллическими и триметаллическими. Например, при замене водорода металлом кальцием мы получаем или однометаллическую кальциевую соль фосфорной кислоты, монокальцийфосфат $CaH_2(PO_4)_2$, или двуметаллическую кальциевую соль, дикальцийфосфат $CaHPO_4$, или, наконец, при полном замещении водорода кальцием получаем триметаллическую соль, трикальцийфосфат $Ca_3(PO_4)_2$. По своим свойствам эти соли значительно отличаются друг от друга. Например, трикальцийфосфат — соль, в воде нерастворимая, в то время как монокальцийфосфат в ней растворяется.

Основная масса фосфора в природе встречается в виде трехкальциевой нерастворимой в воде соли фосфорной кислоты. В смеси с целым рядом других веществ трикальцийфосфат образует минерал **фосфорит**. В зависимости от характера и количества содержащихся в них примесей, фосфориты могут по внешнему виду отличаться друг от друга. Фосфориты встречаются в виде различных размеров кругляков, желваков, сплошного плитняка и т. д., окрашенных в разнообразные цвета: черный, зеленовато-серый, желтый, коричневый и т. д.

Наиболее часто в фосфоритах встречаются следующие примеси: углекислый кальций CaCO_3 , окислы железа и алюминия Fe_2O_3 и Al_2O_3 , фтористый кальций CaF_2 , кремневая кислота SiO_2 , песок, глина и т. д.

Качество фосфоритов определяется по процентному содержанию в них фосфора или, как условно считают, фосфорной кислоты (P_2O_5)¹. Условное определение ценности фосфоритов по содержанию в них P_2O_5 основано на том, что трикальцийфосфат можно представить в виде химического соединения окиси кальция (CaO) с фосфорной кислотой. В этом случае трикальцийфосфат можно обозначить знаком $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$. Вполне понятно, что процентное содержание P_2O_5 в фосфоритах находится в зависимости от количества содержащихся в них примесей. Чем больше примесей, тем ниже процент P_2O_5 , и наоборот.

Кроме того, при оценке фосфоритов как сырья для производства суперфосфата нужно учитывать, что многие примеси вредны для процесса. Нормально считают, что, например, углекислого кальция в хороших фосфоритах должно содержаться не больше 5—6%.

Для получения суперфосфата хорошего качества необходимо, чтобы в фосфорите содержалось не меньше 24% P_2O_5 .

Апатит в отличие от фосфоритов вещество кристаллическое, состоящее из скоплений мелких кристалликов желтовато-зеленоватого цвета, имеющих форму табличек или форму шестигранных призм.

По своему составу апатиты также отличаются от фосфоритов. Апатит обозначается знаком $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ или $\text{Ca}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3$ и является химическим соединением, состоящим

¹ Фосфорный ангидрид в соединении с водой образует фосфорную кислоту. Поэтому мы в дальнейшем условимся вместо «фосфорный ангидрид» говорить «фосфорная кислота» и обозначать ее тем же знаком P_2O_5 .

из 5 атомов кальция, 1 атома фтора F или хлора Cl¹, 3 атомов фосфора и 12 атомов кислорода.

Отличаются апатиты также и характером содержащихся в них примесей.

По своему происхождению апатиты являются продуктом вулканических извержений. Иное происхождение имеют фосфориты.

Схему происхождения фосфоритов можно представить следующим образом.

Фосфор извлекается из почвы растениями в виде кальциевых солей фосфорной кислоты. Попадая затем в пищу, он переходит в организм животных и используется в основном для построения костяка и мозгового вещества. Таким образом кость в значительной части состоит из трехкальциевого фосфата. После смерти животного трехкальциевый фосфат при разложении трупа возвращается обратно в почву. На дне моря в течение тысячелетий из остатков погибших морских животных и растений образовались значительные залежи трикальцийфосфата. Покрываясь и перемещиваясь с отложениями песка или других осадочных пород (известняк, глина и др.), трикальцийфосфат образует сложную смесь, которую мы и называем фосфоритом.

Вследствие действия внутренних сил земли отдельные участки земной коры подвергаются различным перемещениям, в результате которых морское дно обнажается и залежи фосфоритов выступают на поверхность земли.

Образование фосфоритных залежей может происходить и другим путем. Соли фосфорной кислоты вымываются почвенными водами и, встречая на своем пути известняковые породы, с течением веков образуют значительные залежи фосфоритов.

Месторождения

Залежи фосфоритов в значительных количествах встречаются в большинстве стран мира. Наибольшая часть мировых залежей сосредоточена на территории Советского союза. Крупнейшие залежи фосфоритов СССР расположены в Горьковском крае (Вятское месторождение), на Средней Волге (Саратовское месторождение), в Казакстане (Актюбинское месторождение), в Московской области и т. д. Здесь мы опишем только те месторождения фосфоритов, которые имеют значение для суперфосфатного производства.

¹ В зависимости от этого апатиты разделяются на фторapatит и хлорapatит.

Вятское месторождение в значительной своей части расположено в Омутинском районе Горьковского края, недалеко от реки Камы. Фосфориты залегают на значительной площади, слоем толщиной около 1 метра, в рыхлой, песчанистой породе, на глубине от 1,5 до 6 метров от поверхности. По своему качеству вятские фосфориты относятся к высокопроцентным. Среднее содержание P_2O_5 в фосфорите, очищенном мойкой, составляет 24—27%. Запасы фосфоритов исчисляются сотнями миллионов тонн.

До недавнего времени вятские фосфоритные рудники находились в тяжелом положении в отношении транспорта фосфоритов, так как рудники находились на большом расстоянии от железной дороги. Перевозить добытый фосфорит можно было только водным путем по Каме, да и то неполный навигационный период, так как рудники расположены в мелководных верховьях Камы. В настоящее время построена железнодорожная ветка, связавшая рудники с Пермской железной дорогой.

Если учесть также расчистку русла в верховьях Камы, вопрос о транспорте для вятских рудников можно считать решенным.

Разработка месторождения началась в 1917 г. Добытый фосфорит перерабатывается Пермским суперфосфатным заводом.

Подмосковное месторождение расположено близ ст. Воскресенск Казанской железной дороги.

Месторождение имеет два фосфоритных слоя, разделенных слоем песка толщиной в 1—1,5 метра. По химическому составу оба слоя представляют собой руду различного качества. Нижний слой (портландский) содержит в среднем 23—25% P_2O_5 , и верхний (рязанский) слой 19—23% P_2O_5 . Для суперфосфатного производства идет лишь руда нижнего, портландского слоя, выход которой от всей полученной массы фосфорита составляет, примерно, 20%. Благодаря неглубокому залеганию фосфоритных слоев, добыча ведется методом открытых разработок.

Мощность запасов фосфорита наряду с удобным способом добычи вследствие поверхностного залегания создают весьма благоприятные условия для промышленной эксплуатации этого месторождения. На базе воскресенских рудников построен мощный Воскресенский комбинат, снабжающий фосфорными удобрениями центральные районы Союза.

Актюбинское месторождение расположено в Казакстане. Промышленная эксплуатация месторождения началась в 1931 г. Фосфориты отличаются значительной одно-

родностью по содержанию P_2O_5 (18—19%). Запасы фосфоритов исчисляются десятками миллионов тонн. На базе актюбинских фосфоритов в настоящее время строится Актюбинский химкомбинат, который будет снабжать удобрениями районы Средней Азии.

Средневожское месторождение расположено около Саратова. Общее количество фосфоритов исчисляется в 1 миллион тонн при среднем содержании P_2O_5 в 20—22%.

Подольское месторождение (Украина) отличается наиболее высокими по качеству фосфоритами. Содержание P_2O_5 в них составляет 34—38%. К сожалению, запасы фосфоритов значительно истощены (они разрабатываются уже десятки лет) и для суперфосфатного производства начинают терять свое значение.

Кроме перечисленных, значительные месторождения фосфоритов имеются в ЦЧО, на Украине, Урале, Западной области и т. д. Фосфориты этих месторождений перерабатываются на фосфоритную муку и употребляются в качестве удобрений без химической переработки.

Хибинские апатиты. Особо важную роль в суперфосфатной промышленности СССР играют хибинские апатиты. Хибинское месторождение было разведано в 1926 г. и с 1930 г. началась его нормальная разработка. Месторождение находится на крайнем севере европейской части СССР — в центральной части Кольского полуострова.

Хибинские апатитовые месторождения представляют самые большие в мире скопления апатитов, запасы которых исчисляются свыше миллиарда тонн. Руда состоит, главным образом, из апатита, нефелина, эригина, титаномагнетита и других минералов. Добываемая в настоящее время открытыми взрывными работами и подвергаемая небольшой сортировке руда содержит 29—32% P_2O_5 .

В первое время разработки хибинского месторождения такая руда поступала непосредственно на заводы для переработки на суперфосфат. В настоящее время благодаря построенной в Хибингорске обогащательной фабрике обогащенный апатит (очищенный от примесей) получается с содержанием 39—40% P_2O_5 . Хибинские апатиты являются мощной базой для развития промышленности фосфорных удобрений в СССР. Кроме того, апатиты служат предметом экспорта и благодаря своим высоким качествам завоевали прочное место на мировом рынке.

Месторождения фосфоритов за границей. Среди месторождений фосфоритов за границей, имеющих мировое значение, виднейшее место занимают северо-американские и

африканские месторождения. Месторождения САСШ — Флорида, Теннесси, Каролина, — отличаясь большими запасами фосфоритов и высоким качеством их, служат помимо удовлетворения американской промышленности, предметом экспорта в Европу.

Высоким качеством отличаются также и африканские фосфориты, месторождения которых расположены в северной части Африки, на территории Марокко, Алжира и Туниса. Африканские фосфориты начались разрабатываться с 1921 г. и снабжают сырьем, главным образом, страны Западной Европы.



Рис. 1. Апатит.

В европейских странах залежи фосфоритов имеются в Бельгии, Испании, Голландии, Норвегии, Франции и других странах. Залежи эти имеют, главным образом, местное значение и предметом экспорта не являются. Наоборот, большинство европейских стран ввозит фосфориты в значительных количествах из Америки и Африки.

Добыча и обогащение

Для разработки фосфоритных месторождений пользуются чаще всего следующими двумя методами: методом **открытых разработок** и методом **подземной разработки**.

Метод открытых разработок, применяемый у нас довольно часто, конечно, осуществим только в том случае,

если слой фосфорита залегает на небольшой глубине от поверхности земли. Верхний пласт, покрывающий фосфоритный слой, носит название покрывшки. При неглубоком

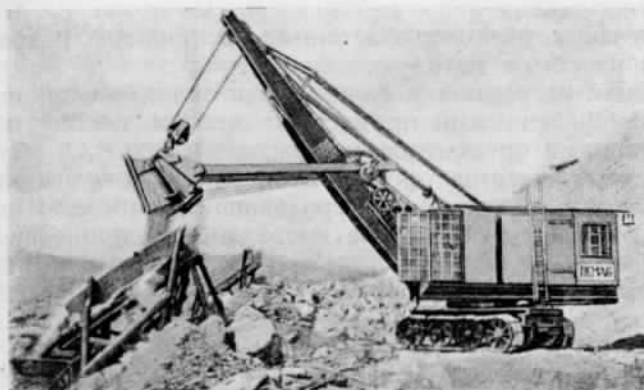


Рис. 2. Одноковшевый экскаватор.



Рис. 3. Многоковшевый экскаватор.

залегании покрывшка снимается, фосфоритный слой при этом обнажается, и разработка его в зависимости от степени механизации рудников производится посредством тех

или иных механизмов. На механизированных рудниках для этой цели пользуются различного рода экскаваторами. На рис. 2 и 3 изображены типы применяемых экскаваторов. Такими экскаваторами оборудованы воскресенские рудники.

В случае глубокого залегания фосфоритов разработка ведется шахтным методом.

Добытый на рудниках фосфорит в значительной степени загрязнен различными примесями: песком, глиной и т. д., понижающими процентное содержание в нем P_2O_5 . В целях повышения качества фосфоритов (повышения процента P_2O_5 и снижения процента загрязняющих примесей) последний подвергается обычно на месте добычи процессу о б о

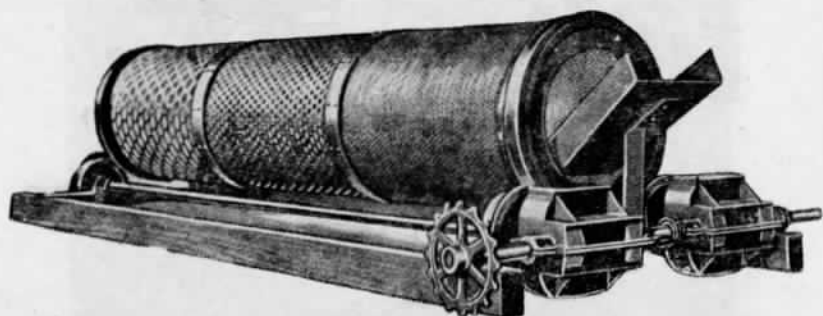


Рис. 4. Барабанный грохот.

га щ е н и я. Обогащение производится несколькими способами. Наиболее простой из них — это мойка фосфоритов. Для этого фосфорит подается в вращающийся дырчатый барабан, называемый барабанным грохотом (рис. 4). Благодаря вращению барабана и небольшому наклону его, загружаемый фосфорит передвигается внутри барабана из одного конца в другой. Сверху барабан орошается водой, которая вымывает из фосфорита песок и глину. Таким образом фосфорит очищается. Иногда отверстия барабана на различной длине его делаются разного размера. В этом случае наряду с мойкой фосфорита производится и сортировка его. Это так называемый процесс мокрого обогащения.

В случае если добытый фосфорит содержит небольшой процент влаги, обогащение производят также и сухим путем. Фосфорит пропускают через плоские грохота (ре-

ветки, расположенные под некоторым наклоном), на которых отсеиваются примеси песка и т. д., а крупные куски фосфорита сходят с грохота в значительной степени очищенными.

Более сложному процессу обогащения подвергаются хибинские апатиты на специально выстроенной для этой цели хибинской обогатительной фабрике. Хибинская руда состоит в основном из двух минералов: апатита и нефелина. Задача обогащения апатита и сводится к отделению его от нефелина. Сущность процесса заключается в следующем: апатито-нефелиновая руда подвергается тонкому размолу и затем *взмучиванию в воде, к которой прибавляют различные масла и другие вещества*. Масса взмучивается продувкой воздуха; при этом частицы апатита всплывают наверх, а нефелин осаждается на дно. Процесс этот носит название обогащения методом флотации.

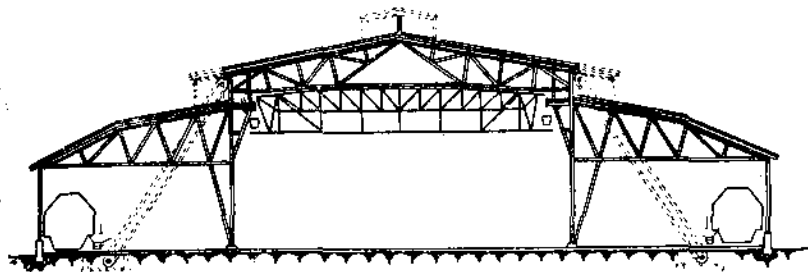


Рис. 5. Поперечный разрез фосфоритного склада.

Кроме того, для обогащения апатитов применяется так называемый метод избирательного дробления. Метод основан на различной хрупкости минералов, входящих в состав апатито-нефелиновой породы. Наиболее хрупкий минерал — апатит — при дроблении породы измельчается на более мелкие частицы, нежели прочие составные части породы. Путем дальнейшего отсева на ситах апатит и отделяется от нефелина.

Транспортировка фосфоритных руд

С рудников на суперфосфатные заводы фосфорит доставляется по железной дороге в обыкновенных крытых железнодорожных вагонах, без упаковки, насыпью или же на открытых железнодорожных платформах, причем флотационный апатит идет исключительно в крытых вагонах.

Вятский апатит до последнего времени транспортировался исключительно водным путем — в баржах по Каме; в настоящее время перевозится также и по железной дороге.

Руда хранится на территории заводов или прямо в кучах на открытом воздухе, как это имеет место на некоторых старых заводах, или же в складах специального типа.

Рис. 5 изображает разрез фосфоритного склада. Вагоны с фосфоритом поступают прямо в склад по обеим сторонам его, разгружаются вручную в бункер, откуда фосфорит элеватором подают наверх и вагонетками развозят по всей территории склада.

Подготовка сырья к химической обработке

Сущность процесса получения суперфосфата состоит в переводе трикальцийфосфата фосфоритов, трудно усваиваемого растениями, в монокальцийфосфат — соль, растворимую в воде и легко усваиваемую растениями.

Процесс этот осуществляется обработкой фосфоритов серной кислотой. Разложение фосфатов серной кислотой — процесс весьма несложный, но требующий для своего нормального протекания соблюдения целого ряда условий. Одно из важнейших условий — тонина частиц фосфорита, поступающего на смешение с кислотой. Чем меньше эти частицы, тем лучше и полнее проходит процесс разложения. Предварительная подготовка сырья и имеет свою задачу измельчить в муку поступающие на завод крупные куски фосфорита.

Для суперфосфатного производства в технологическом отношении безразлично, будет ли на завод поступать прямо готовый, молотый фосфорит в виде муки, или приготовление муки будет произведено на самом заводе. Все же, поскольку до сего времени у нас не имеется размольных установок непосредственно на месте добычи фосфоритов, размольные установки в большинстве случаев расположены на самом суперфосфатном заводе и являются составной его частью. Исключение из общего правила составляет Невский комбинат, который не имеет своей размольной установки и работает исключительно на апатитовой муке, доставляемой с Хибинской обогатительной фабрики.

Не вдаваясь в детали устройства отдельных аппаратов, приведем две общие схемы производственного процесса подготовки сырья к химической обработке.

Обе схемы в основном построены по одному и тому же принципу — последовательного дробления фосфорита, начиная от крупных кусков и кончая тонкой мукой, и отличаются только в расстановке измельчающих аппаратов.

На рис. 6 показана схема размола фосфоритов в две ста-

дни, где дробление и размол производится отдельно, а в схеме процесса, изображенной на рис. 7, осуществлена непрерывная технологическая связь между всеми аппаратами.

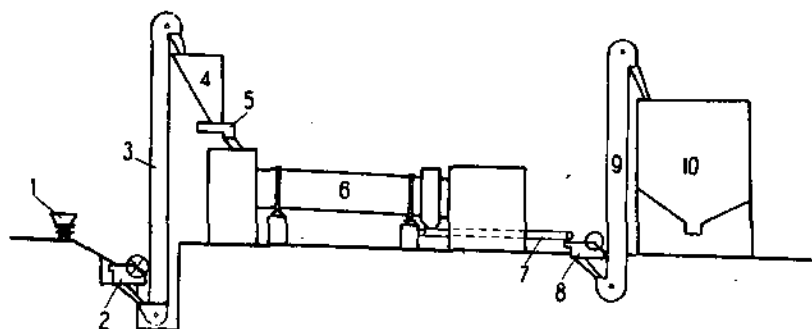


Рис. 6. Схема дробления и сушки фосфорита.

1—вагонетка, 2—дробилка грубого дробления, 3—элеватор, 4—бункер, 5—питатель, 6—сушильный барабан, 7—транспортер, 8—дробилка мелкого дробления, 9—элеватор, 10—силос для сухеного фосфорита.

Ход производства по схеме, изображенной на рис. 6, протекает следующим образом.

Фосфорит или апатит поступает на завод по железной дороге в крытых вагонах или открытых платформах непосредственно на склад, где и производится разгрузка его.

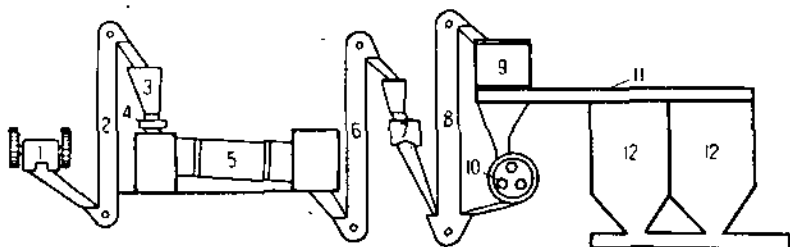


Рис. 7. Схема производства фосфоритной муки.

1—дробилка грубого дробления, 2—элеватор, 3—бункер, 4—питатель, 5—сушильный барабан, 6—элеватор, 7—дробилка мелкого дробления, 8—элеватор, 9—сита, 10—мельница, 11—загрузочный шнек, 12—силоса.

Для передачи в производство фосфорит нагружают в обыкновенные опрокидывающиеся вагонетки и по узкоколейной железной дороге доставляют к **дробилкам грубого дробления**, которые по ходу процесса являются первыми машинами, начинающими переработку фосфорита.

Перед тем как поступить в дробилку, вагонетку с фосфоритом взвешивают на вагонных сотенных весах, установленных или прямо в здании, или перед ним в специальной будке.

Дробилки расположены ниже уровня пола, так что загрузка их производится опрокидыванием кузова вагонетки над дробилкой. Над загрузочным отверстием дробилки устанавливается небольшой бункер с неподвижным грохотом. Последний предохраняет дробилку от попадания в нее

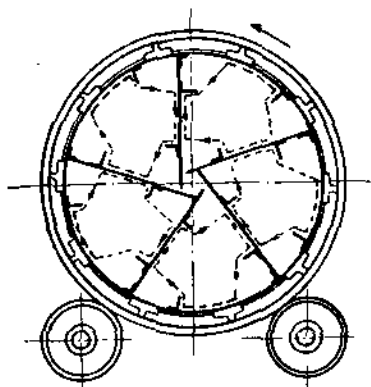


Рис. 8. Внутреннее устройство сушильного барабана.

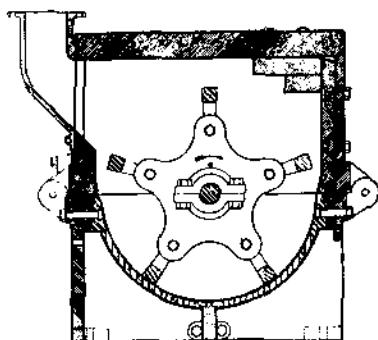


Рис. 9. Схема кулачковой дробилки.

слишком больших кусков, которые остаются на колосниках грохота и снимаются для разбивки молотом.

Дробилка, пропуская через себя куски фосфорита, раскалывает их до величины 50—60 миллиметров. Эти измельченные куски по жолобу стекают в приямок элеватора и из него поступают в бункер над сушильным барабаном. Назначение этого бункера — создать запас дробленого фосфорита для питания сушильного барабана на случай остановки дробилки. Кроме того, бункер служит и для более равномерного питания сушильного барабана.

Из бункера при помощи тарельчатого питателя фосфорит поступает в сушильный барабан.

Барабан склепан из 10-миллиметрового железа и имеет диаметр 1,6 метра, при длине 14 метров. Внутреннее устройство барабана видно из рис. 8: внутри установлено 5 продольных полок, которые делят объем барабана по длине на 5 частей. Полки сделаны из 5-миллиметрового железа и установлены под углом 72° . Со стороны загрузочного от-

верстия барабана приклепаны винтообразные лопасти протяжением около 1 метра и затем идут описанные полки.

Концы барабана соединены при помощи специальных уплотнений с загрузочной и выгрузочной камерами. Выгрузочная камера соединена с топкой; горячие топочные газы при помощи вентилятора, установленного за загрузочной камерой, протягиваются по всей длине барабана навстречу фосфориту.

Сушильный барабан вращается на опорных роликах со скоростью 5 оборотов в минуту, причем для более успешного передвижения фосфорита вдоль барабана последний установлен с наклоном в $3-4^{\circ}$ в сторону разгрузочной камеры.

Фосфорит, поступая в барабан со стороны загрузочной камеры, распределяется между всеми пятью отделениями и медленно движется к выгрузочному концу камеры навстречу топочным газам.

Топочные газы, поступая в барабан с температурой около $600-800^{\circ}$, отдают тепло влажному фосфориту, высушивают его и выбрасываются вентилятором наружу с температурой около 120° .

Топочные газы при своем движении увлекают фосфоритную пыль, которая является ценным продуктом; поэтому для улавливания пыли установлен циклон, расположенный после вентилятора. Таким образом топочные газы, засоренные пылью, пройдя вентилятор, поступают в циклон для осаждения фосфоритной пыли, после чего выбрасываются наружу. Накапливающуюся пыль время от времени выгружают из циклона в вагонетку и пускают в дальнейшее производство. Высушенный фосфорит, выходя из барабана, подается чешуйчатым транспортером в **дробилку мелкого дробления**.

Для мелкого дробления применяются или щековые дробилки, работающие по тому же принципу, что описанные выше дробилки грубого дробления, или же кулачковые. Из щековых дробилок на наших суперфосфатных заводах применяются дробилки Доджа. В кулачковых дробилках (рис. 9) дробящие части — кулачки — укреплены на вращающемся валу. Фосфорит, поступая в дробилку, подвергается ударам быстро вращающихся кулачков и в дробленном виде удаляется из дробилки через колосниковую решетку вниз.

Подвергнувшись обработке на дробилках мелкого дробления, фосфорит поступает в элеватор, которым передается на неподвижный наклонный грохот. Зазоры между колосниками этого грохота установлены с расчетом, чтобы куски фосфорита нужной величины проваливались между

молотками, а более крупные куски скатываются по колосникам. Мелкие, провалившиеся через зазоры грохота куски фосфорита по жолобу поступают в силос для подсушенной руды, а более крупные куски сваливаются по наклонной трубке обратно в дробилку для повторного дробления.

Фосфоритный силос приспособлен для хранения высушенной мелко раздробленной руды. Емкость его взята с расчетом на суточный запас сушеного фосфорита. Над силосом устроена вытяжная труба, под силосом расположены разгрузатели и транспортеры для передачи фосфорита в размольное отделение.

Размол фосфоритов производится на **кольцевых мельницах**. Измельчение фосфорита происходит путем раздавливания его между вращающимися стальными роликами (шарами, как принято говорить на заводах) и свободно висящим на них кольцом. Всего роликов в мельнице три, причем один из них ведущий. Последний получает вращение от шкива, сидящего на одном валу с роликом.

Ведущий ролик, на котором сидит кольцо, приводит это кольцо в движение в силу возникающего трения, а кольцо, в свою очередь, приводит во вращение два остальных ролика, которые прижаты к кольцу стальными пружинами.

Фосфорит, поступая в мельницу, попадает между кольцами и роликами, раздавливается ими на очень мелкие частицы, которые высыпаются из мельницы.

При размоле нужно получить тонкую муку, однородную по величине частиц, мельница же выпускает разнородный по величине частиц продукт: наравне с тонкой мукой, в нем содержатся и кусочки фосфорита. Вследствие этого необходимо разделить крупные частицы от мелких, для того чтобы более крупные снова пустить на размол. Поэтому с мельницей неразрывно связаны отсевные приспособления. Разделение частиц фосфорита на разные классы по величине производится в ситах с металлической сеткой или же в воздушных сепараторах.

Принцип работы **сит** состоит в том, что смесь тонко размолотых частиц с более крупными (фосфоритной крупкой), проходя по металлическому сити, имеющему встряхивающие движения, механически разделяется: мелкие частицы проваливаются сквозь сито, а крупные скользят по нему и поступают обратно в мельницу.

Отделение фосфоритной крупки от муки в **воздушных сепараторах** основано на том, что струя воздуха отсеивает тонкие частицы от более крупных и, следовательно, более тяжелых.

Для передачи размолотого материала из мельницы на сита применяются ковшевые цепные элеваторы, и, таким образом, полный комплект размольной установки состоит из мельницы, элеватора, отсевного аппарата и транспортных приспособлений, подающих материал в мельницу и отводящих готовую фосфоритную муку из сепаратора или из-под сит.

При описываемой нами схеме процесс размола запро-ектирован следующим образом: сушеный фосфорит транспортером подается в приямок элеватора, обслуживающий мельницу и сепаратор. Отделенная сепаратором мука шнеком отводится в мучные силоса, а фосфоритная крупка поступает в бункер над мельницей, затем снова в мельницу и т. д. Транспортировкой готовой фосфоритной муки в мучные силоса заканчивается процесс размола.

После подробных объяснений схемы дробления и размола не составит труда по рис. 7 проследить ход технологического процесса размола по схеме, где отсутствуют специальные силоса для сушеного фосфорита, а дробление и размол осуществляются в непрерывно связанном технологическом процессе.

На рис. 7 наглядно показан процесс дробления и размола. Куски фосфорита пройдя стадию грубого дробления и сушки загружаются в дробилку мелкого дробления, откуда после дробления поступают в бункер, расположенный под дробилкой. Из бункера дробленый фосфорит поступает в мельницу, оттуда — в элеватор, который подает смесь муки и крупки на сита. Отсеянная мука поступает в силос, а крупные кусочки снова в бункер и т. д.

Приготовление суперфосфата

Приготовление суперфосфата заключается в смешивании фосфоритной муки с серной кислотой и выдерживании полученной смеси в специальных камерах.

Проследим процесс производства суперфосфата по схеме, изображенной на рис. 10.

Приготовленная фосфоритная мука находится в силосах, а кислота, необходимая для реакции, подается в кислотные баки, где происходит подготовка серной кислоты путем разбавления (рассиропки) ее водой до необходимой крепости. Смешение производится в котле Лоренца. Естественно, что для правильного хода химического процесса приготовления суперфосфата необходимо и муку и кислоту подавать в определенных весовых количествах, а потому, прежде чем

подать оба вещества на смешение, отмеривают их порциями — муку путем взвешивания на весах, а кислоту подают одинаковыми по объему порциями при помощи мерников.

Транспортировка муки из силосов на **весы** производится таким путем: муку из силоса спускают в шнек, расположенный под силосом по длине его. Шнек этот передает муку в башмак элеватора, затем ковшами элеватора мука передается в верхний шнек. В корыте этого шнека имеется отверстие, расположенное над мучными весами, куда и высыпается мука, проходя над этим отверстием. Избыток муки, который по тем или иным причинам не попал в бункер, расположенный над мучными весами, доходит до конца шнека и по наклонному жолобу передается в другой шнек, так называемый обратный шнек, который передает избыточную муку обратно в силос.

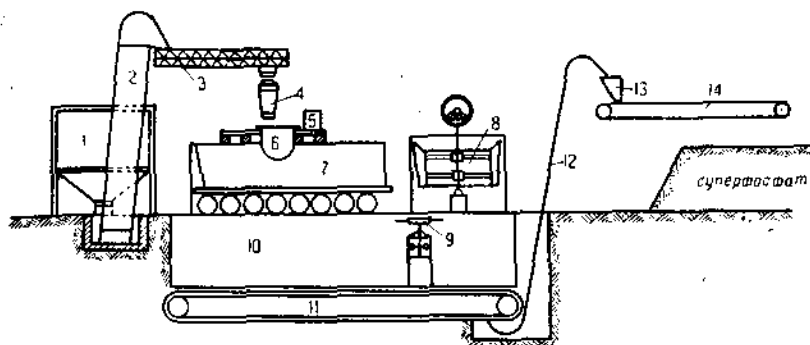


Рис. 10. Схема получения суперфосфата.

1—силос для муки, 2—элеватор, 3—шнек, 4—весы для фосфоритной муки, 5—кислотный мерник, 6—смесительный котел, 7—камера разложения, 8—разгрузочная машина, 9—шаб-машина, 10—шаб-силос, 11—транспортер для разгрузки шаб-силоса, 12—элеватор, 13—бункер, 14—транспортер для загрузки склада.

Кислота в мерник подается из кислотных баков самотеком по свинцовой трубе.

Под смесительным котлом расположена **камера разложения**. Она представляет собой разборную камеру, у которой полом служит платформа, установленная на колесах и передвигающаяся по рельсам. Задняя стенка камеры (козырек) неподвижно укреплена на платформе, а боковые стенки укреплены в подпятниках и могут приваливаться и оттягиваться обратно при помощи различного устройства привальных приспособлений. Передняя стенка камеры устроена в виде дверей из двух половин, открывающихся наружу. В своде камеры укреплен смесительный котел Лоренца.

Перед началом приготовления (мешки или варки) суперфосфата платформу устанавливают на свое место, приваливают боковые стенки и закрывают передние двери. Все щели, которые образуются от неплотного прилегания боковых стенок к платформе, щели между передней стенкой и боковыми стенками, а также между передней стенкой и платформой, тщательно замазывают суперфосфатом, оставшимся на платформе камеры от предыдущей операции.

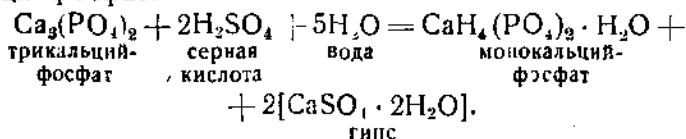
После того как камера таким образом подготовлена, начинают процесс смешения фосфоритной муки с серной кислотой. Пускают в ход все механизмы, передающие фосфоритную муку из силоса, пускают в ход мешалку смесительного котла и наполняют мерники серной кислотой при помощи крана, расположенного над мерниками.

Вместимость одного кислотного мерника и цилиндра фосфоритных весов соответствует количеству материалов, потребных для одной загрузки смесительного котла.

Рабочий, обслуживающий смесительный котел, устанавливает предварительно необходимое количество гирь на площадку, затем имеющимся рычагом открывает верхний клапан весов. Мука наполняет цилиндр весов до нужного веса, после чего верхний клапан вручную же закрывают и открывают рычагом спускной клапан кислотного мерника. Одновременно открывают нижний клапан весов. Таким образом в смесительный котел одновременно спускают муку и кислоту, которые перемешиваются в течение 1 минуты вращающейся мешалкой, затем открывают при помощи рычага спускной клапан смесительного котла. Таких замесов производят около сотни, в зависимости от объема камеры, затем оставляют суперфосфат созреть несколько часов.

Химический процесс при смешивании фосфоритной муки с серной кислотой проходит следующим образом:

Серная кислота, действуя на трикальцийфосфат — главную составную часть фосфорита — переводит его в монокальцийфосфат:



В результате взаимодействия фосфорита и серной кислоты образуется смесь, состоящая в основном из монокальцийфосфата и гипса. Смесь эта носит название **суперфосфата**. Имеющиеся в фосфоритах примеси также вступают в реакцию с серной кислотой, образуя соответствующие соли.

Одна из главнейших примесей в фосфорите — углекислый кальций — также образует гипс с серной кислотой и выделяет частицу углекислого газа.

Реакция происходит с выделением тепла, которое вызывает испарение воды, содержащейся в серной кислоте, и таким образом при смешении муки с серной кислотой выделяется большое количество газов и паров.

При нахождении перемешанной массы в камере реакция разложения фосфорита продолжается, а образовавшийся гипс, присоединяя воду, кристаллизуется, и вся масса суперфосфата затвердевает в сплошную глыбу.

После 2—3-часового созревания отваливают боковые стенки камеры, открывают передние двери и приступают к выгрузке.

Лебедкой платформу с лежащей на ней глыбой суперфосфата подтягивают к карусели, которая при своем вращении срезает суперфосфат слой за слоем при помощи ножей, укрепленных на жолобах. Срезанный суперфосфат вращением карусели сбрасывается в воронку, оттуда падает на быстро вращающиеся ножи **шабмашины**, которыми разрыхляется и разбрасывается по расположенному под камерами Бескова **шабсилосу**.

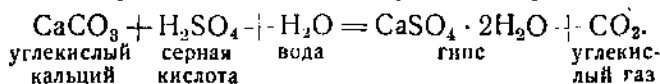
В **шабсилосе** заканчивается процесс созревания суперфосфата и через 8—12 часов готовый суперфосфат при помощи систем транспортных приспособлений передается на склад готовой продукции.

Кроме описанных в этой схеме камер разложения системы Бескова, применяются также и другого типа камеры Венка, представляющие собой неподвижный цилиндр больших размеров, закрытый с торцевой стороны щитом с рельсовым креплением. Выгрузка суперфосфата в отличие от камер Бескова производится введением вырезающего механизма внутрь камеры.

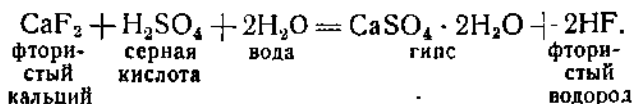
Использование камерных газов

Присутствие в фосфорите наряду с трикальцийфосфатом целого ряда примесей, также подвергающихся действию серной кислоты, обуславливает при разложении фосфоритов бурное выделение газов.

Углекислый кальций, подвергаясь действию серной кислоты, выделяет углекислый газ и переходит при этом в гипс:



То же и в отношении фтористого кальция CaF_2 , который при действии серной кислоты выделяет газ — фтористый водород HF^1 .



С другой стороны, повышение температуры до 110—120° способствует выделению из массы паров воды.

Фтористый водород еще в камере разложения претерпевает ряд превращений и переходит, наконец, в иного характера фтористый газ — фтористый кремний SiF_4 .

Переход фтористого водорода в фтористый кремний обуславливается тем, что фтористый водород реагирует с примесями в фосфорите (кремнекислым кальцием и др.). Но превращению подвергается, конечно, не весь фтористый водород, поэтому выходящий из камер разложения газ содержит наряду с фтористым кремнием и фтористый водород.

Таким образом процесс разложения фосфоритов сопровождается выделением углекислого газа, фтористых газов и паров воды, являющихся по существу отходами производства.

В отношении утилизации этих отходов наибольший интерес представляют фтористые газы, причем помимо экономических соображений утилизация фтористых газов полностью разрешает вопрос гигиенического порядка. Дело в том, что фтористые газы крайне ядовиты и выход их в атмосферу рабочего помещения может повлечь за собой тяжелое отравление работающих. Использование фтористых газов предупреждает необходимость выбрасывания в атмосферу весьма ценного вещества.

На суперфосфатных заводах фтористые газы утилизируются с переработкой их на кремнефтористый натрий — продукт высокой стоимости (500—600 руб. за тонну), применяющийся в стекольной промышленности, при изготовлении эмалей, в сельском хозяйстве, как средство борьбы с вредителями и т. д.

Переработка фтористых газов на кремнефтористый натрий осуществляется на специальной установке, схема которой показана на рис. 11.

Из камер разложения газы с помощью мощного вентилятора направляются в поглотительную камеру 1. Назначе-

¹ Водный раствор фтористого водорода известен под названием плавиковой кислоты — вещества чрезвычайно едкого.

ние поглотительной камеры — уловить фтористые газы и привести их в состояние, удобное для получения кремнефтористого натрия. Осуществляется этот процесс следующим образом: фтористый кремний как газ может существовать только при повышенной температуре, при понижении температуры фтористый кремний приобретает способность легко реагировать с водой, образуя кремневую и кремнефтористоводородную кислоты. Первая выпадает при этом в виде студенистого осадка, вторая — в виде жидкости. Этот процесс и протекает в поглотительной камере. Камера сверху орошается водой, которая, проходя через специальные форсунки, поступает в камеру в мелко распыленном состоянии.

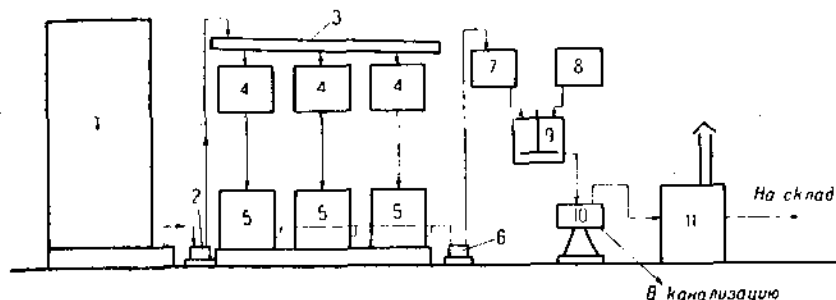


Рис. 11. Схема установки для получения кремнефтористого натрия.

1—поглотительная камера, 2—насос, 3—жолоб, 4—фильтры, 5—отстойники, 6—насос, 7—бак для раствора кремнефтористоводородной кислоты, 8—бак для раствора поваренной соли, 9—кристаллизатор, 10—центрофуга, 11—печь для сушки кремнефтористого натрия.

Для полноты улавливания необходимо, чтобы газ как можно дольше соприкасался с водой, поэтому камера внутри разделена перегородками на ряд отделений, искусственно увеличивающий путь газа в камере, а следовательно и время прохождения через нее. Образующиеся в камере кислоты по наклонному полу стекают через особое отверстие в приямок.

Поскольку конечная цель — получение кремнефтористого натрия, дальнейший процесс естественно связан с кремнефтористоводородной кислотой. Поэтому кремнефтористоводородную кислоту отделяют от кремневой фильтрованием, обычно на песчаных фильтрах, для чего смесь кислот насосом 2 забирается из приямка и подается в распределительный жолоб 3, распределяющий смесь по фильтрам 4. В фильтрах осадок кремневой кислоты задерживается насадкой (гравий и песок), а очищенный раствор кремнефто-

ристоводородной кислоты поступает в баки 5. Баки эти служат сборниками кремнефтористоводородной кислоты и одновременно отстойниками, в которых происходит оседание частиц примесей, проскочивших через фильтры. Из отстойников кремнефтористоводородная кислота насосом 6 перекачивается в бак 7, откуда отмеренными порциями спускается в реакционный бак 9, обычно называемый кристаллизатором. Одновременно с этим в кристаллизатор из бака 8 спускается соответственная порция раствора поваренной соли (хлористого натрия). В кристаллизаторе смесь поваренной соли и кремнефтористоводородной кислоты тщательно перемешивается в течение 5—10 минут и затем отстаивается.

В кристаллизаторе благодаря взаимодействию поваренной соли и кремнефтористоводородной кислоты образуется кремнефтористый натрий, выпадающий на дно кристаллизатора в виде белого мелко кристаллического осадка. Осадок кремнефтористого натрия отстаивается в кристаллизаторах от 45 минут до 1 часа, затем покрывающий его слой жидкости сливают с помощью сифона, осадок промывают водой и передают на центрофугу 10. В центрофуге отделяется основная масса жидкости. По выходе из центрофуги осадок содержит еще много влаги и поэтому подвергается дополнительной сушке в сушилке 11. По выходе из сушилки процесс получения кремнефтористого натрия закончен и готовый продукт отправляется на склад.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое суперфосфат?
2. Для чего употребляется суперфосфат?
3. Какая составная часть суперфосфата усваивается растениями?
4. Что такое фосфорит и чем он отличается от апатита?
5. Перечислите главнейшие месторождения фосфоритов и апатита в СССР.
6. Какое процентное содержание фосфорной кислоты (P_2O_5) в сырье, перерабатываемом на суперфосфат, считается минимальным?
7. В чем состоит подготовка сырья для получения суперфосфата?
8. В каком аппарате производится смешение муки с кислотой?
9. Что происходит в камере разложения?
10. Почему необходимо улавливать газы, выделяющиеся при разложении?
11. Как эти газы перерабатываются на кремнефтористый натрий?
12. Опишите путь сырья от склада до мучного силоса.
13. Опишите путь муки от силосов до склада суперфосфата.

ЛИТЕРАТУРА

Вайнман, Н. М., Производство суперфосфата, ГПТИ, 1931.

4. ПОДВОЗКА ФОСФОРИТОВ К ДРОБИЛКАМ

Подвозка фосфоритов из складов к дробилкам грубого дробления производится в обыкновенных вагонетках с опрокидывающимся кузовом по узкоколейной железной дороге. Устройство опрокидывающейся вагонетки видно из рис. 12.

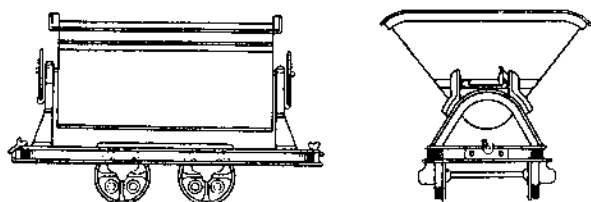


Рис. 12. Опрокидывающаяся вагонетка.

Для учета подвезенного фосфорита вагонетки взвешиваются на сотенных вагонных весах, установленных на полотне узкоколейной железной дороги.

Подвозку фосфорита обслуживают рабочие 2-го, 3-го разрядов, причем обязанности их сводятся к следующему:

Старший подвозчик производит расстановку рабочих, руководит движением вагонеток по путям, очисткой путей и кругов. Отвечает за своевременную подвозку фосфоритов и апатитов.

Подвозчик нагружает вручную вагонетки фосфоритом или апатитом. Подвозит фосфорит или апатит в сушильно-размольное отделение, выгружает его по приказанию дробильщика. Производит очистку путей и поворотных кругов.

Инструкция подвозчикам фосфорита

1. Навалка фосфорита в вагонетки и подвозка их в цех производится под руководством старшего подвозчика.

2. Нагрузку фосфорита следует производить только из тех мест склада или кучи, которые указаны старшим по смене.

3. Каждую вагонетку загружать полностью, до краев кузова.

4. Перед началом работ подвозчики должны проверить и смазать буксы, а также проверить исправность тормозов у вагонетки.

5. При подвозке фосфоритов из разных мест строго придерживаться указаний технической администрации цеха о количестве того или другого сорта фосфорита или апатита.

6. Подвозчики должны соблюдать следующие меры предосторожности:

а) не допускать езды на вагонетках как порожних, так и груженных, тем более запрещается вскакивать и соскакивать на ходу;

б) не передвигать вагонеток навстречу друг другу;

в) не стоять с той стороны вагонетки, куда сбрасывается груз;

г) соблюдать постоянную скорость вагонетки около 4—5 километров в час, т. е. не превышать скорости человеческого шага.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как производится учет подвезенного сырья?
2. В чем состоит уход за вагонеткой?

Роль процесса дробления фосфорита, как уже было указано выше, заключается в подготовке сырья к основному производственному процессу. При этом нужно отметить, что материал (фосфорит) поступает в производство довольно большими кусками, нередко достигающими 300—350 миллиметров в поперечнике.

Вполне понятно, что осуществить дробление фосфоритной руды при таких размерах кусков в одном аппарате весьма затруднительно, так как для этого потребовалась бы громоздкая машина, которая к тому же отличалась бы и незначительной производительностью. Дело в том, что всякая измельчающая машина рассчитана на определенную степень измельчения, т. е. на определенное соотношение между размерами кусков, поступающих в машину и выходящих из нее после дробления. Например, поступающие в дробилку куски фосфорита, имеющие в поперечнике 300 миллиметров, выходят из нее с размерами кусков в 50 миллиметров. Таким образом отношение между кусками, поступающими в дробилку и кусками, выходящими из нее, равно $300 : 50 = 6$. Это отношение, в данном случае равное 6, носит название степени измельчения.

В зависимости от размеров кусков входящего материала, измельчающие машины разделяются на дробилки грубого дробления, измельчающие материал размером от 300—350 миллиметров до 50—60 миллиметров (степень измельчения равна 5—6), дробилки мелкого дробления, измельчающие материал от размеров в 50—60 до 5—6 миллиметров (степень измельчения равна 8—10) и, наконец, при необходимости получить порошкообразный продукт употребляются различного типа мельницы, измельчающие продукт дробилок мелкого дробления в муку.

Таким образом степень измельчения различных дробильных машин относительно невелика. Конструировать машину с высокой степенью измельчения (для грубого и мелкого дробления) экономически невыгодно, так как такая кон-

струкция неизбежно связана с значительным повышением расхода энергии и усложнением устройства ее.

Исходя из указанных соображений, процесс измельчения фосфорита в суперфосфатном производстве осуществляется в три стадии.

Первая стадия — **грубое дробление фосфорита** — производится обычно на **щековых дробилках типа Блек**.

Вторая стадия — **мелкое дробление** — осуществляется на **щековых дробилках типа Додж и кулачковых дробилках**.

Наконец, третья стадия — **размол до тонины муки** — производится на **кольцевых мельницах**.

Такой способ раздельного дробления дает возможность полнее использовать аппаратуру, а следовательно удешевить стоимость процесса. Кроме того, раздельное дробление имеет еще одно большое преимущество. Дробилки мелкого дробления, мельницы и целый ряд других аппаратов могут нормально работать только тогда, когда влажность поступающего в них материала не превышает 1,5—2%.

Для дробилок же грубого дробления более высокая влажность материала не имеет столь существенного значения, так как крупные куски фосфорита меньше подвержены спрессовыванию и, следовательно, в нормальных условиях не забивают дробилки.

Фосфорит поступает в производство с содержанием влаги, достигающим до 15% (нормально 7—10%). Поэтому для обеспечения нормального протекания производственного процесса фосфорит подвергается сушке.

На заводах СССР сушку фосфорита производят сразу же после грубого дробления. Это выгодно в том отношении, что дробленые куски легче сушатся и требуют меньшей затраты топлива.

Дробилка Блека

Описание дробилки. Дробилки Блека (рис. 13) относятся к машинам грубого дробления. Дробление на них производится между двумя щеками, расположенными под углом друг к другу, из которых одна неподвижна, а другая закреплена на подвижной плите, связанной с эксцентриковым механизмом вала дробилки.

Эксцентриковый механизм сообщает подвижной плите, а следовательно и укрепленной на ней щеке, такие движения, что эта щека то приближается, то удаляется от неподвижной щеки. С боков пространство между щеками ограничено клиньями, которые не дают кускам фосфорита сваливаться в стороны.

Пространство, ограниченное щеками и боковыми клиньями, носит название рабочего пространства или пасти дробилки.

Куски фосфоритной руды, подлежащие дроблению, загружаются в пасть дробилки, дробятся ее щеками и через нижний зазор между ними (шпальт) сваливаются вниз и по наклонной течке передаются на транспортирующее приспособление, передающее фосфорит в следующий аппарат.

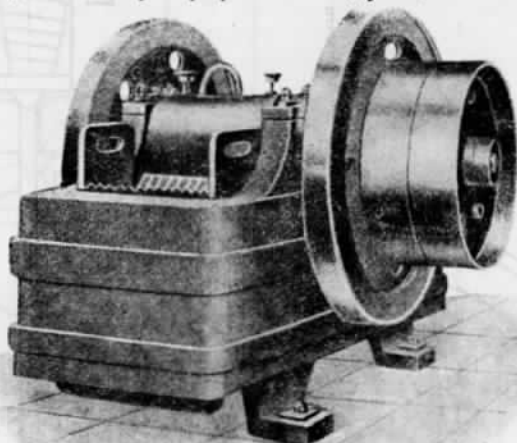


Рис. 13. Дробилка Блека.

На рис. 14а, 14б и 14в изображены продольный разрез, план и передний вид дробилки Блека. Дробилка состоит из чугунной литой станины 1, на которую сверху опираются подшипники вала. На вал насажены шкивы 2 для рабочего и холостого хода, принимающие движение от трансмиссии, и два маховика 3, назначение которых — регулировать равномерность хода дробилки. К валу присоединен шатун 4 с эксцентриковой рамой 5, одновременно являющейся и головным подшипником дробилки. Снизу шатун с одной стороны соединяется посредством шарнирно закрепленной распорной плиты — сухаря 6, с подвижной плитой 7, подвешенной на оси 8, а с другой стороны — такой же плитой с особым приспособлением, назначение которого будет указано ниже. На плите 7 закрепляется подвижная щека 9. Вторая (неподвижная) щека 10 прикрепляется непосредственно к станине дробилки. С боков пространство между щеками ограничено боковыми клиньями 11.

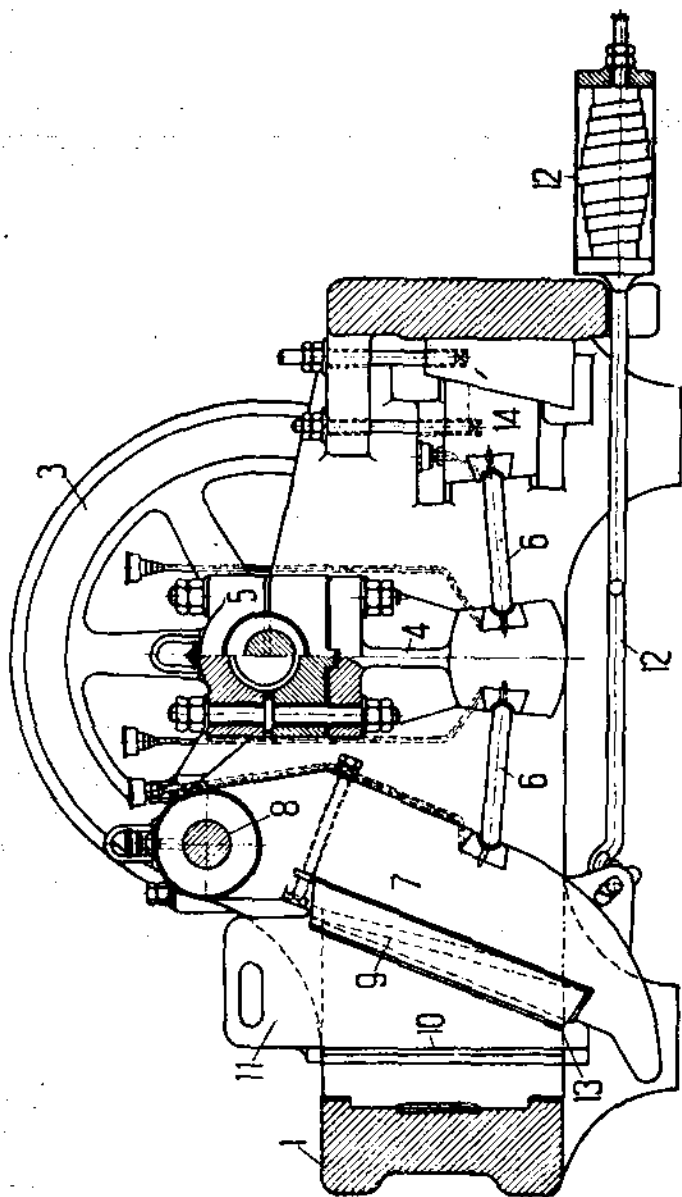


Рис. 14а. Дробилка Блека (продольный разрез).

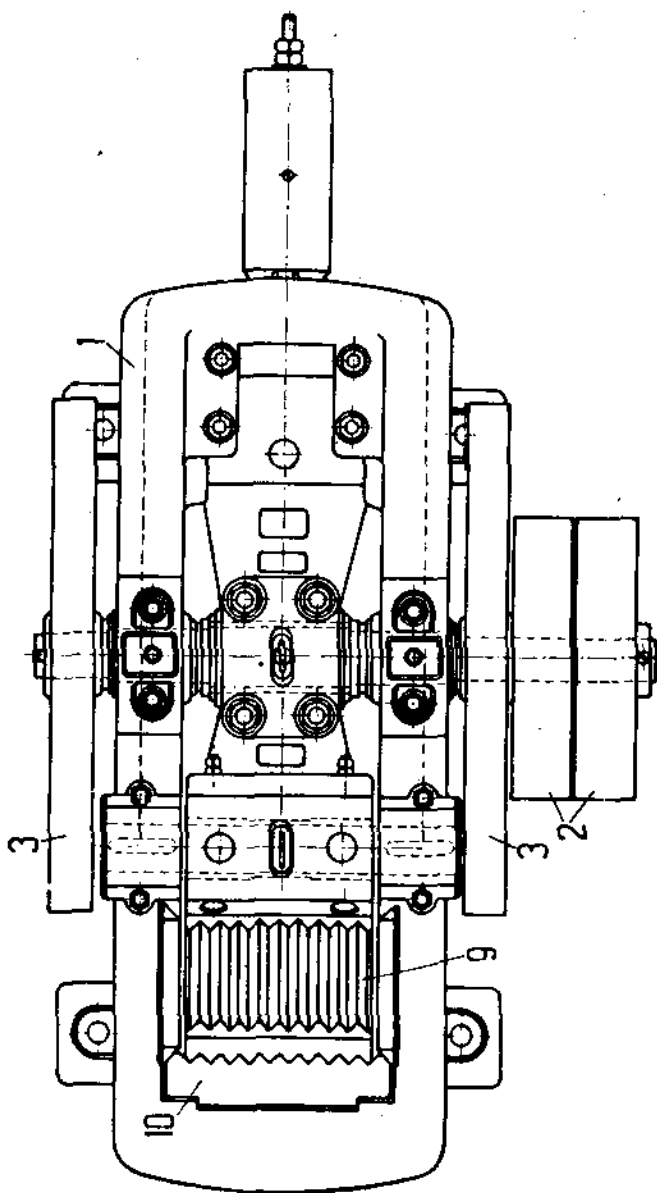


Рис. 146. Дробилка Блека (план).

Внизу к подвижной плите присоединен стержень с сильной пружиной 12. Назначение этого устройства — оттягивать подвижную плиту назад после каждого хода дробилки и удерживать систему в равновесии, предупреждая этим выпадение распорных плит из своих гнезд.

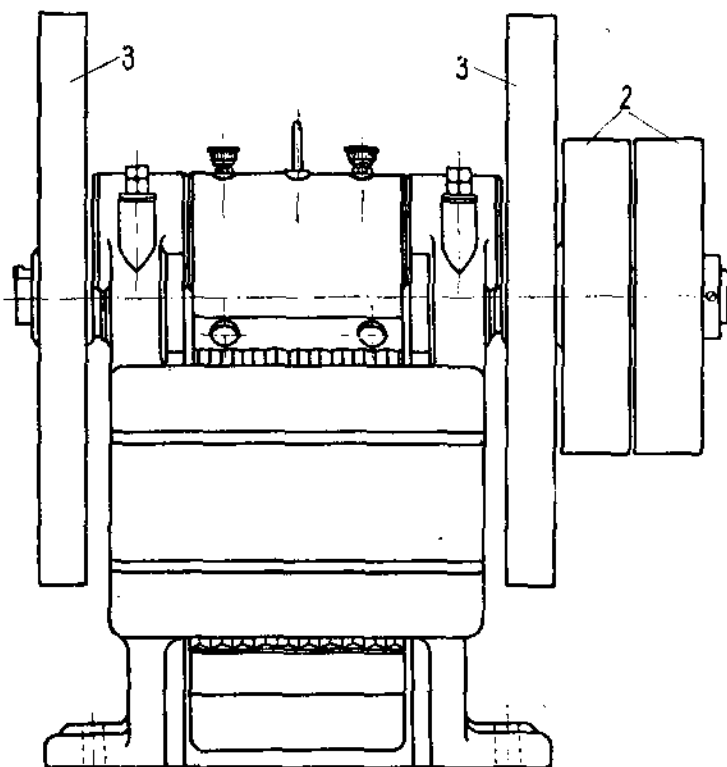


Рис. 14в. Дробилка Блека (вид спереди).

Зазор между щеками (шпальт) 13, а следовательно, и размер кусков дробленого материала, выходящего из дробилки, может быть в известных пределах отрегулирован. Регулирование производится специальным приспособлением, расположенным в задней части дробилки. Это приспособление 14 представляет собой клин, который может на салазках опускаться или подниматься при помощи особых болтов. Поднимая или опуская клин, можно заставить подвижную плиту подходить ближе или, наоборот, отдаляться от неподвижной

щеки. Такое регулирование производится очень просто и быстро, не связано с простым дробилки и может быть произведено на ходу.

Рабочая поверхность щек делается зубчатой, причем высота зубцов и острота их могут быть разными. Зубчатая поверхность щек удобнее в том отношении, что материал в этом случае раскалывается, а не растирается. С одной стороны, это понижает расход энергии на дробление, а с дру-

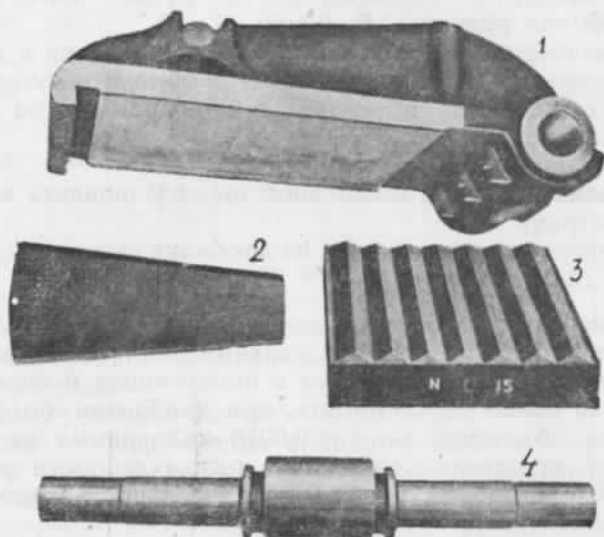


Рис. 15. Детали щековой дробилки.

1—подвижная плита, 2—боковой клин, 3—дробящая щека, 4—эксцентрик-вал.

гой — образование пыли несравненно меньше, чем в том случае, если бы щеки были гладкими.

Недостаток дробилки Блека в беспокойной работе, вызывающей сотрясение здания. Поэтому как правило дробилки устанавливаются в первом этаже здания на специальных фундаментах.

Производительность дробилки. Дробилки Блека строятся производительностью от 1,5 тонн в час до дробилок гигантских размеров с производительностью 600 тонн в час.

В суперфосфатном производстве чаще всего применяются дробилки производительностью 10—20 тонн в час. Вообще говоря, производительность дробилки зависит от размера

пасти (определяемого размерами щеки), ширины выпускаемой щеки (шпальта), числа оборотов эксцентрикового вала, твердости загружаемого фосфорита и его объемного веса и определяется по следующей формуле:

$$Q = 0,15 \cdot m \cdot k \cdot \gamma \cdot b \cdot s \cdot d \text{ тонн в час;}$$

где:

- Q — производительность дробилки в тоннах в час;
- m — коэффициент разрыхленности руды, принимаемый обычно равным 0,5—0,7;
- k — количество полных двойных качаний щеки в минуту, равное числу оборотов вала дробилки в минуту;
- γ — объемный вес материала в килограммах на 1 куб. сантиметр;
- b — ширина щеки в сантиметрах;
- s — размах качания подвижной щеки у шпальта в сантиметрах;
- d — поперечник выходящих из дробилки кусков материала в сантиметрах.

Например, для дробилки, у которой ход щеки $s = 2$ сантиметрам, ширина щеки $b = 28$ сантиметрам, размер выходящих кусков $d = 5$ сантиметрам в поперечнике и число оборотов вала равно 225 в минуту, при дроблении фосфорита, имеющего объемный вес $\gamma = 0,0016$ килограмма на 1 куб. сантиметр, принимая коэффициент разрыхленности руды m равным 0,6, получим, что производительность такой дробилки равна:

$$0,15 \cdot 0,6 \cdot 225 \cdot 0,0016 \cdot 28 \cdot 2 \cdot 5 = 9,1 \text{ тонн в час.}$$

Производительность дробилок Блека, в зависимости от их размеров, приведена в табл. 1.

Обслуживание дробилки. Для того чтобы обеспечить нормальную работу дробилки, необходимо в точности соблюдать режим загрузки. Дробилка должна загружаться равномерно, с расчетом заполнения рабочего пространства не больше, чем на $\frac{2}{3}$ по объему. При недостаточном питании дробилки фосфоритом снижается ее производительность. Перегрузка дробилки вызывает завалы, также снижающие производительность, так как чрезмерное заполнение рабочего пространства создает условия, затрудняющие прохождение фосфорита через нижний зазор между щеками. Кроме того, перегрузка дробилки может вызвать аварии.

Вторым моментом, обуславливающим нормальную работу дробилки, является смазка. Необходимо тщательно следить

Т а б л и ц а 1

Размер щек в мм	Число об/мин. вала	Производитель- ность в час в т при размере дро- бленых кусков в		Расход мощ- ности в л. с.	Площадь, зани- маемая дробилкой		Вес дро- билки в т
		25 мм	50 мм		длина в мм	ширина в мм	
200 × 120	250	1,5	3,0	2—3	1 250	900	1,6
320 × 200	250	3,0	6,0	4—6	1 750	1 200	3,3
400 × 250	250	4,2	8,4	8—10	1 800	1 300	4,9
500 × 320	225	6,0	12,0	12—15	2 400	1 650	8,0
650 × 400	225	9,0	18,0	16—20	3 000	1 950	15,0
800 × 500	225	12,0	24,0	20—23	3 500	2 300	21,0

за тем, чтобы к трущимся частям подавалось достаточное количество смазочного материала. Масленки Штауфера должны быть всегда наполнены смазкой, и в процессе работы дробилки время от времени необходимо подвинчивать крышки штауферов.

Основной показатель работы дробилки — это степень измельчения, определяющая производительность дробилки.

Перед началом работы ширина выпускной щеки устанавливается при помощи регулирующих клиньев, с расчетом на получение желательных размеров кусков дробленого фосфорита. Если в процессе работы контрольная проверка выявит отклонения в размерах кусков от установленной величины, то следует проверить износ нижней части щек и положение регулирующих клиньев и сухарей.

Аварийные случаи. Наиболее часто встречающиеся на практике случаи аварий с дробилками Блека заключаются в поломке сухарей, сплавлении подшипников эксцентрикового вала и подвижной плиты. Значительно реже случаются поломки подвижной плиты и станины дробилки.

Поломка сухарей чаще всего вызывается попаданием в рабочее пространство дробилки вместе с фосфоритом металлических предметов. Возникающие при этом сопротивления вызывают поломку сухаря.

Вообще говоря, поломка сухарей — авария предусмотренная, поскольку сухарь является в дробилке своего рода предохранителем, поломка которого предупреждает в описанном случае поломку подвижной плиты, а иногда и станины.

Причинами аварий, связанных с плавлением головного подшипника, бывают или перегрузка дробилки (головной подшипник принимает на себя все дробящее усилие), или же продолжительный недостаток смазки вследствие забивания подводящих смазку трубок или небрежного ухода.

Смена щек. По мере снашивания дробильных щек, ширина выпускной щеки увеличивается и вместе с тем увеличиваются размеры кусков выходящего из дробилки дробленого фосфорита. Не реже одного раза в смену нужно проверить ширину выпускной щеки и в случае увеличения ее ширины против установленной сблизить щеки путем подтягивания болтов регулирующих клиньев.

Снашивание нижней части щек нельзя допускать до такой степени, чтобы выпускную щель нельзя было регулировать клиньями. В этом случае, во-первых, невозможно получение необходимого размера кусков дробленого фосфорита, и, во-вторых, значительно возрастает расход электроэнергии на тонну продукта, так как материал уже не раскалывается ребрами щек, а раздавливается между стертymi (гладкими) поверхностями, что требует значительно большего усилия.

Дробильная щека, нижняя часть которой уже сношена, переставляется верхней частью вниз и снова может работать до износа, после чего должна быть поставлена новая щека.

Смену щек следует производить комплектами, так как если меняется неподвижная щека, то должна быть сменена и подвижная.

Техника безопасности. В целях предупреждения несчастных случаев при работе дробилки необходимо строго соблюдать следующие правила:

- 1) не взбираться на корпус дробилки во время работы ее;
- 2) немедленно остановить дробилку в случае обнаружения какой-либо поломки или неисправности;
- 3) во время работы не допускать к дробилке посторонних;
- 4) не надевать на ходу приводной ремень;
- 5) не производить во время работы дробилки чистку или смазку движущихся частей.

Дробилка Доджа

Описание дробилки. Конструкция дробилки Доджа характеризуется тем, что ось подвеса подвижной плиты находится внизу у выпускной щеки и наибольший размах качания у нее, следовательно, вверху, а не внизу, как у дробилки Блека. Благодаря такому устройству в нижней части рабочего пространства находится большее количество загружае-

мого материала, и машина поэтому легко забивается, что является большим недостатком этой системы.

Дробилка Доджа, производства наших заводов¹, изображена на рис. 16 и состоит из следующих основных частей:

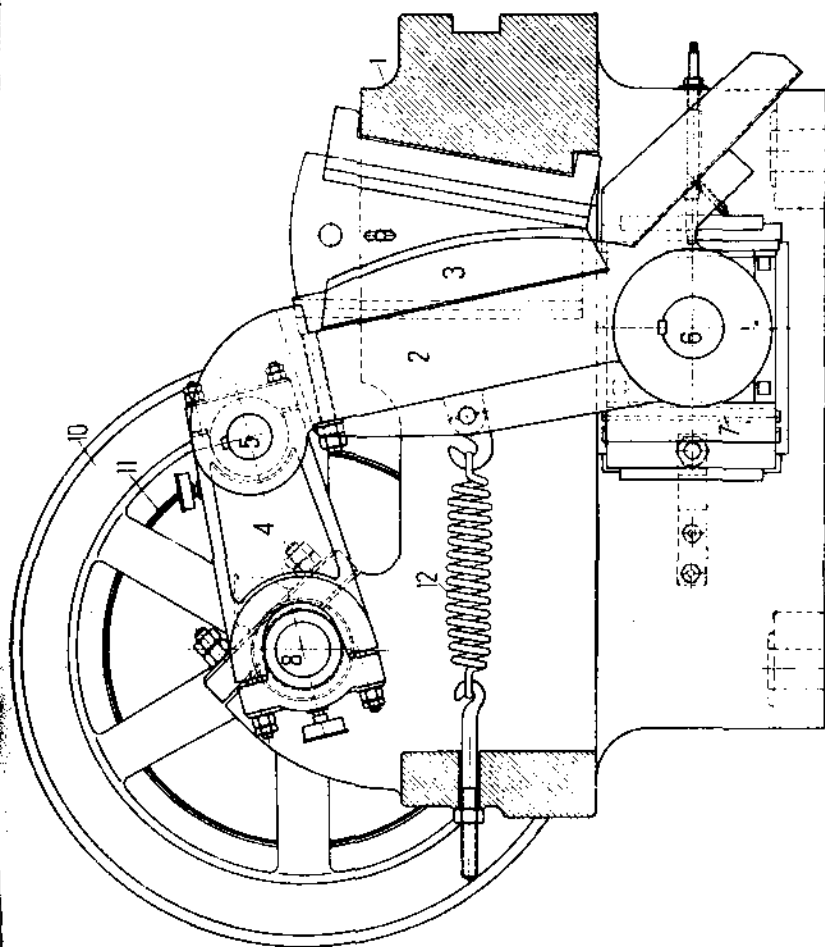


Рис. 16. Дробилка Доджа (продольный разрез).

чугунного корпуса 1, подвижной плиты 2 с укрепленной на ней подвижной щекой 3, эксцентрикового вала 8, укрепленного в подшипниках 9, двух маховиков 10, насаженных по

¹ Производство дробилок Доджа налажено на Одесском заводе им. Январского восстания и на заводе «Прогресс» — в Бердичеве.

концам эксцентрикового вала, двух шкивов 11 для рабочего и холостого хода и пружины 12 для оттягивания подвижной плиты. Подвижная плита 2 в верхней своей части связана с шатуном 4 при помощи оси 5. Снизу подвижная плита осью 6 связана с подвижным подшипником 7. Так же как и в дробилках Блека, рабочая поверхность щек делается зубчатой.

Изменение ширины выпускной щели производится при помощи перемещения нижнего подшипника подвижной плиты. Выбивая определенное количество прокладок с одной стороны подшипника и забивая их по другую сторону, смещают ось, поддерживающую подвижную плиту, и тем самым изменяют размер щели.

Трудность сведения щек при помощи прокладок является существенным недостатком дробилки Доджа, так как благодаря тяжести частей дробилки и большому количеству прокладок тратится много времени на такую простую работу, какой является сведение щек в дробилках других систем.

В зависимости от ширины выпускной щели меняется как степень дробления, так и производительность дробилки. Чем больше ширина щели, тем больше производительность, но меньше степень дробления.

Производительность дробилок Доджа и их основная характеристика приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Размер загрузочного отверстия в мм	Число об/мин. вала	Производительность в т в час при раз- мере кусков в		Расход мощности в л. с.	Вес дробилки в т
		18 мм	38 мм		
100×150	300	0,45	—	3	0,50
175×225	250—300	1,35—2,25	2,7—4,5	4—6	1,44
200×300	250—300	2,7—4,5	6,3—9,0	10	2,65
275×375	250—300	5,4—7,2	9—18	15	6,30

Износ частей дробилки. В дробилке Доджа сильнее всего изнашивается головной подшипник, так как он принимает на себя все усилие, потребное для дробления. При дроблении крупных кусков работают, главным образом, верхние части щек, и головной подшипник несет, таким образом,

ненормально большую нагрузку, подвергаясь наибольшему изнашиванию.

Второй наиболее изнашиваемой частью дробилок являются дробильные щеки. Характер износа таков же, как и у дробилок Блека и поэтому здесь не описывается.

В отношении ухода и условий нормальной работы дробилка Доджа вполне аналогична дробилке Блека. То же самое и в отношении аварийных случаев и соблюдения основных правил техники безопасности.

Смена щек, характер и количество запасных частей смотри при описании дробилки Блека.

Кулачковая дробилка

Описание дробилки. Принцип устройства кулачковой дробилки (рис. 17 и 18) состоит в следующем.

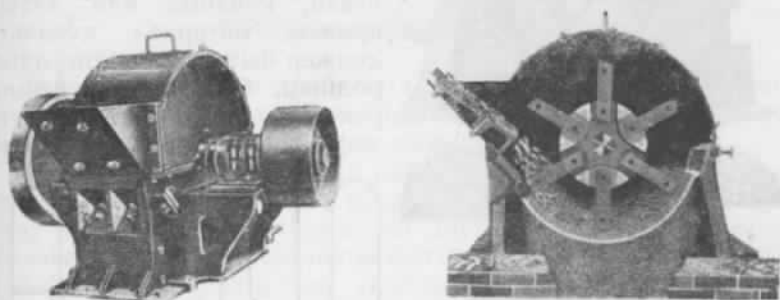


Рис. 17. Кулачковая дробилка.

В двух подшипниках, стоящих на боковых приливах чугунной станины, вращается кованый стальной вал дробилки, на котором крестообразно насажены стальные пластины (крестовины), стянутые по краям двумя дисками. По концам пластины имеют отверстия для пропуска стальных стержней, на которых держатся стальные кулачки, дробящие руду. Типы применяемых кулачков изображены на рис. 19. На одном конце вала насажены рабочий и холостой шкивы, на другом конце — маховик.

При быстром вращении вала кулачки благодаря центробежной силе располагаются по радиусу и с силой ударяют по руде, находящейся на стальной решетке. От ударов руда измельчается на мелкие куски и проваливается сквозь решетку.

Расстояние между колосниками решетки можно увеличивать или уменьшать и тем самым регулировать величину кусков дробленого материала, выходящего из дробилки.

В некоторых дробилках такого типа можно регулировать также и зазор между кулачками и колосниковой решеткой прямо на ходу, не останавливая дробилки.

Материал и износ частей. Станина дробилки изготавливается из мягкого серого литейного чугуна. Верхняя часть — кожух дробилки — делается из того же чугуна или же она клепана из железа.

Наиболее изнашивающимися частями в кулачковой дробилке являются кулачки, детали, на которых кулачки под-

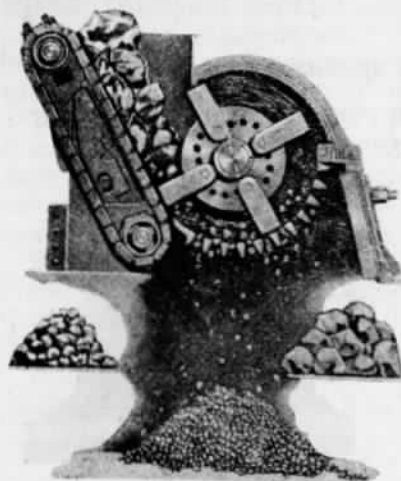


Рис. 18. Кулачковая дробилка.

вешены, и колосниковая решетка. Колосники выходной решетки обычно делают из очень твердой, но не хрупкой стали. Кулачки дробилки делают также из очень твердой стали, кованные или литые, причем материал кулачков должен быть абсолютно однородным, без всяких трещин, раковин, прослоек и других дефектов как на поверхности,

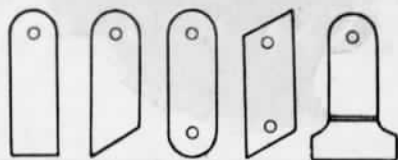


Рис. 19. Типы кулачков.

так и в массе металла. Дефектный материал кулачков может вызвать их поломку, и отлетевший стальной кусок может вывести дробилку из строя.

Подшипники вала дробилки делают с чугунными вкладышами, залитыми баббитом.

Характеристика дробилки. Производительность, расход мощности и другие данные, характеризующие кулачковые дробилки системы Белякова, изготавливаемые в СССР, приведены в табл. 3.

Обслуживание дробилки. Обслуживание кулачковых дробилок несложно. Нужно лишь следить за правильной и равномерной загрузкой фосфорита, не допуская попадания в дробилку кусков большей величины, чем нормальные (50—60 миллиметров) и попадания вместе с фосфоритом посто-

Т а б л и ц а 3

Размер дробилки в мм	Число об/мин. вала	Производительность в т в час при ширине за- зора между колосниками в			Расход мощности в л. с.
		6 мм	12 мм	20 мм	
1200×1260× × 1520	1200	2—3	4—5	7—8	16—20

ронных предметов. Нужно следить за равномерным снашиванием кулачков, и за тем, чтобы не загружать дробилку сырым фосфоритом, так как в этом случае забивается колосниковая решетка.

Обслуживающий персонал

Дробилки грубого дробления, а также мелкого дробления и вся связанная с дробилками аппаратура обслуживаются бригадой рабочих 2-го—4-го разряда.

В зависимости от условий работы и мощности цеха кроме рабочих, непосредственно обслуживающих дробилки, в бригаду может входить целый ряд других рабочих, к которым можно отнести подъемщиков фосфорита, рабочих у бункера, рабочих у питателя и т. д. В основном обязанности рабочих сводятся к следующему:

Старший дробильщик (4-й разряд). Наблюдает за работой дробилок и элеваторов. Производит смазку трущихся частей машин. Следит и руководит работой младших дробильщиков. Регулирует подачу фосфорита и апатита, не допуская завала дробилок. Следит за питанием сушильных барабанов. Отвечает за снабжение дробилок сырьем, а также за правильностью учета поступающего на дробление сырья. Отвечает за бесперебойную работу дробилок и всей связанной с ними аппаратуры. От старшего дробильщика требуется знание всей дробильной аппаратуры, регулировка, обслуживание ее и уход за ней.

Дробильщик (2-й разряд). Подкатывает вагонетки с фосфоритом или апатитом к дробилке. Загружает дробилку. Откатывает порожние вагонетки. Следит за бесперебойной работой дробилки, не допуская как перегрузки ее, так и холостого хода. О всех неполадках своевременно сообщает старшему дробильщику. Производит уборку рабочего места, чистит поворотные круги, элеваторные прямки и т. д.

Инструкции

Инструкция по обслуживанию дробилок Блека и Доджа

1. Узнать у сдающего смену, как протекала работа дробилки, какие ненормальности имели место, производился ли текущий ремонт дробилки и какой именно.
2. Тщательно осмотреть дробилку.
3. Проверить при помощи нутромера ширину выпускного отверстия.
4. Проверить состояние подшипников в отношении нагрева.
5. Проверить масленки.
6. Наполнить все масленки смазкой.
7. Проверить затяжку всех гаек на рабочих частях дробилки.
8. Проверить все связанное с дробилкой вспомогательное оборудование (элеватор и т. д.).
9. Получить от мастера или дежурного инженера указания, с какой загрузкой работать, в какой пропорции давать различные сорта фосфорита, если работа производится на смешанной руде.
10. Проверить, нет ли в рабочем пространстве дробилки кусков фосфорита или посторонних предметов и при обнаружении изъять таковые.
11. Перед пуском дробилки предупредить во избежание несчастных случаев работающих тут же товарищей о пуске дробилки.
12. Проверить работу дробилки вхолостую.
13. Следить за бесперебойной и равномерной загрузкой дробилки.
14. Следить за смазкой, подвинчивая время от времени крышки штауферов.
15. Не допускать попадания в рабочее пространство дробилки посторонних предметов, в особенности металлических.
16. В случае обнаружения какой-либо ненормальности в работе дробилки немедленно доложить об этом мастеру или дежурному инженеру.
17. Перед остановкой дробилки прекратить загрузку фосфорита и доработать весь материал, находящийся в рабочем пространстве.
18. Перевести приводной ремень с рабочего шкива на холостой.
19. По окончании работы вновь проверить все подшипники в отношении нагрева.
20. Проверить заполнение масленок смазкой.

21. Удалить пыль и куски фосфорита с ответственных частей дробилки.

Инструкция по обслуживанию кулачковых дробилок

1. Принимая смену, дробильщик должен узнать у сдающего смену, какие ненормальности были в работе дробилки, какие неполадки имели место.

2. Тщательно осмотреть дробилку через соответствующие люки: все ли кулачки на месте, не забита ли колосниковая решетка.

3. Проверить подшипники вала в отношении нагрева.

4. Масленки, если нужно, заполнить свежей смазкой.

5. Тщательно осмотреть связанное с дробилкой вспомогательное оборудование.

6. Перед началом работы проверить работу дробилки вхолостую. По стуку можно определить наличие кусков металла в дробилке.

7. После проверки вхолостую начать загрузку фосфоритом.

8. В процессе работы следить за бесперебойной и равномерной загрузкой дробилки.

9. Тщательно следить за смазкой.

10. В случае попадания каких-либо металлических предметов в дробилку тотчас же заявить об этом мастеру для принятия необходимых мер.

11. Перед остановом дробилки прекратить загрузку и доработать весь материал, находящийся в рабочем пространстве.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От чего зависит производительность дробилки?

2. Чем отличается дробилка Доджа от дробилки Блека?

3. Какой величины куски должны выходить из дробилок мелкого дробления?

4. Что такое степень измельчения?

5. Почему не строятся дробилки с большой степенью измельчения?

6. Почему дробление производится в две стадии?

7. Могут ли быть такие случаи, когда фосфорит не нуждается в грубом дроблении?

8. Как регулируется степень измельчения в щековых дробилках?

9. Принцип устройства кулачковой дробилки.

10. Перечислите основные правила по обслуживанию дробилок?

11. Что нужно сделать в случае остановки элеватора, обслуживающего дробилку?

12. От чего происходят завалы дробилок и как их предупредить?

ЛИТЕРАТУРА

Вайнман, Н. М., Аппаратура суперфосфатного производства, Госхимтехиздат, 1932.

Вальднер, В. С., Техника размола фосфоритов, КОИЗ, 1932.

5 Вайнман и Тюрин. Производство суперфосфата

Одним из основных условий правильной, нормальной работы аппаратуры является сухой фосфорит.

Влажный фосфорит забивает благодаря его способности спрессовываться рабочее пространство щековых дробилок, засоряет колосниковые решетки кулачковых дробилок, спрессовывается в твердую корку на помольных поверхностях мельниц, забивает отверстия сит и т. д. Все это влечет за собой резкое снижение производительности и простой аппаратуры, нарушает нормальный ход производственного процесса. Практикой установлено, что аппаратура нормально работает только в том случае, если содержание влаги в фосфорите не превышает 2%.

Фосфоритная руда обычно поступает в производство с содержанием влаги в 7—10% (иногда до 15%). Отсюда очевидна необходимость сушки фосфорита.

Сушку производят после грубого дробления, так как дробленый фосфорит легче сушится и требует меньшей затраты топлива. Для дробилок же грубого дробления повышенная влажность не имеет столь важного значения, поскольку крупные куски фосфорита значительно меньше подвержены спрессовыванию.

В современных условиях сушку фосфорита обычно производят во вращающихся барабанных сушилках (сушильных барабанах).

Сушильный барабан

Устройство сушильного барабана. Сушильный барабан (рис. 20) представляет собой значительную по размеру трубу, склепанную из котельного железа толщиной 8—10 миллиметров.

Основные размеры, употребляемых сушилок следующие:

Длина в метрах	10	12,2	14,0
Диаметр в метрах	0,8	1,44	1,6

Наиболее часто употребляются сушилки диаметром в 1,6 метра и длиной в 14 метров, принятые у нас за стандарт.

Барабан снабжен двумя стальными бандажами, которые опираются на две пары опорных роликов, смонтированных

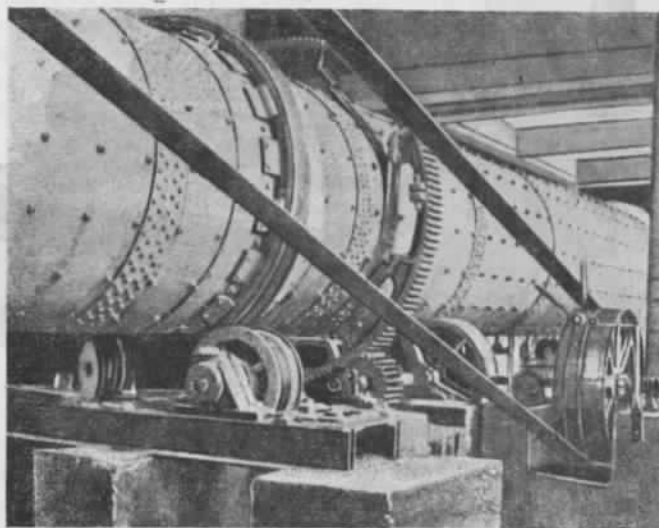


Рис. 20. Сушильный барабан.

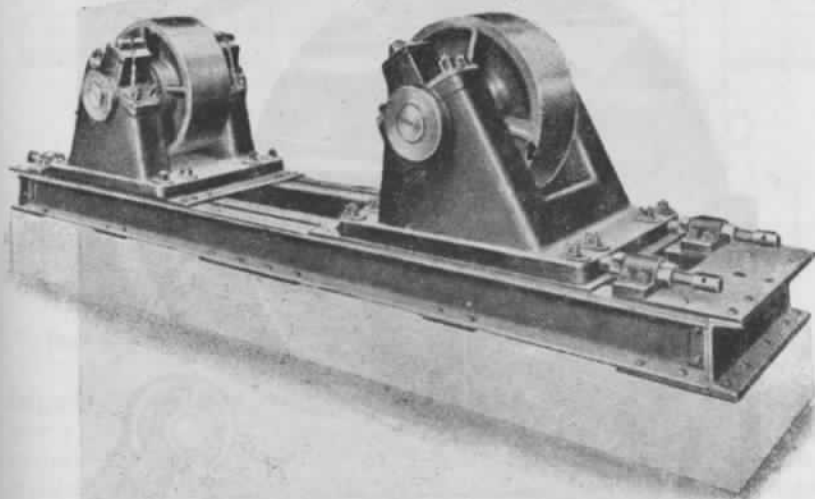


Рис. 21. Опорные ролики сушильного барабана.

на специальных станинах, укрепленных на фундаментные стойки. Опорные ролики показаны на рис. 21.

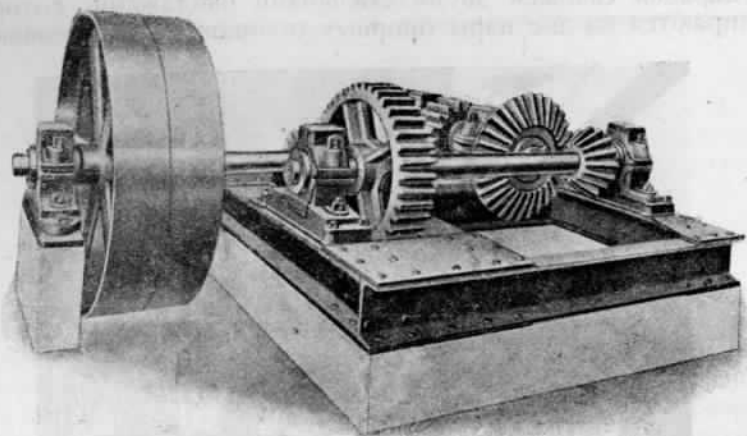


Рис. 22. Приводной механизм сушильного барабана.

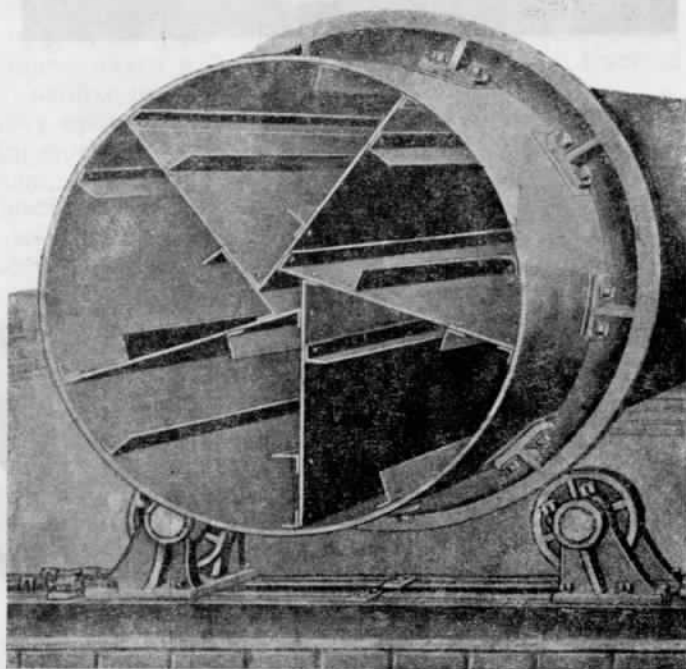


Рис. 23. Внутреннее устройство сушильного барабана.

Барабан приводится в движение посредством зубчатого венца, получающего движение от трансмиссии с помощью системы зубчаток (рис. 22). Скорость вращения барабанов обычно колеблется в пределах от 2 до 5 оборотов в минуту.

При нормальной загрузке расход энергии на вращение барабана составляет 9—10 лошадиных сил.

Для более тщательного перемешивания фосфоритной руды во время сушки внутренность барабана по всей его

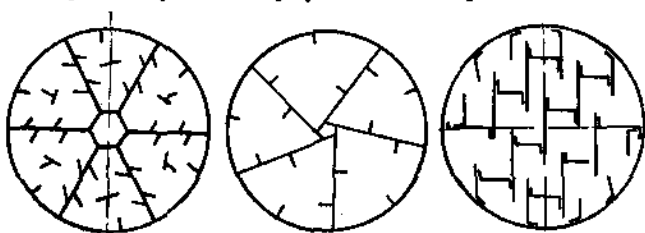


Рис. 24. Типы ячеек сушильного барабана.

длине разбивается специальными перегородками на ряд отделений (ячеек).

На рис. 23 показано внутреннее устройство сушильного

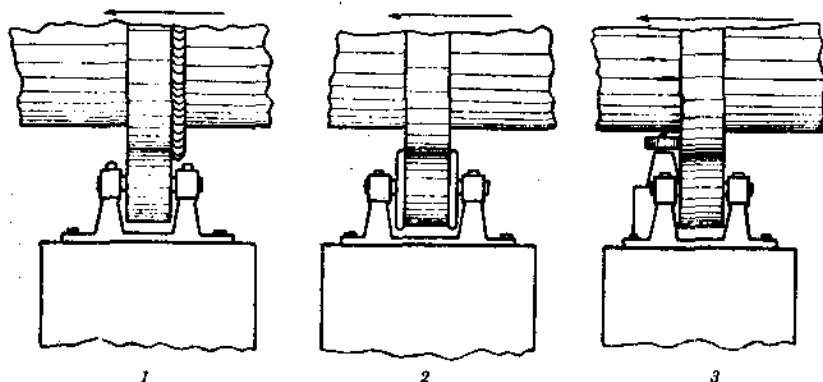


Рис. 25. Типы приспособлений для предупреждения осевого сдвига барабана.

барабана. Изображенный на этом рисунке тип ячеек наиболее удобен и наиболее часто употребляется в сушилках для сушки фосфорита. Вообще же типы ячеек могут быть самыми разнообразными (рис. 24) и определяются, главным образом, характером высушиваемого материала.

Благодаря этим перегородкам высушиваемый материал хорошо перемешивается и полнее обогревается топочными газами.

Чтобы облегчить прохождение фосфорита через барабан, последний устанавливается с небольшим наклоном ($3-5^\circ$) в сторону движения фосфорита.

Для предупреждения осевого сдвига барабана при вращении бандаж его снабжаются ребордами (рис. 25, 1), принимающими на себя осевое давление барабана. Иногда вместо реборд на бандажах опорным роликам придают особую форму (рис. 25, 2), препятствующую смещению барабана. В некоторых конструкциях сушилок осевому сдвигу барабана препятствуют горизонтальные упорные ролики, катящиеся по бандажу (рис. 25, 3).

Источником тепла для сушки фосфорита является топливо (дрова, уголь), сжигаемое в топке с простой колосниковой решеткой. Топка устроена таким образом, что топочные газы, прежде чем попасть в дымовую трубу, проходят через сушильный барабан, увлекая за собой выпариваемую из фосфорита влагу.

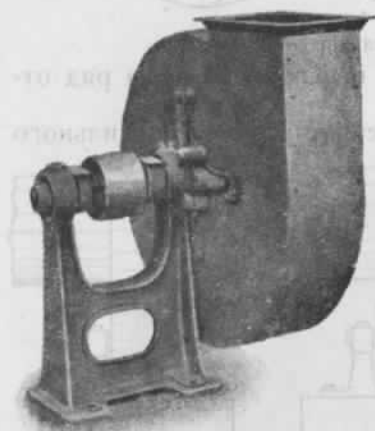


Рис. 26. Вентилятор.

Тяга топочных газов поддерживается специальным вентилятором (рис. 26), который расположен на выходе из барабана перед дымовой трубой.

В зависимости от способа сушки сушильные барабаны разделяются на два вида: 1) на работающие по принципу параллельного тока, т. е. такие, в которых топочные газы и высушиваемый материал движутся по сушилке в одном направлении, и 2) на работающие по принципу противотока, т. е. такие в которых топочные газы и высушиваемый материал движутся навстречу друг другу.

Для сушки фосфорита применяются сушилки, работающие по принципу противотока.

Работа сушильного барабана. Материал (фосфорит) попадает в сушилку из бункера, куда он подается элеватором из дробилок крупного дробления. Так как основным условием правильной работы барабана является правильная по количеству материала и равномерная загрузка его, то фосфорит, прежде чем поступить в барабан, проходит через специаль-

ный механический питатель, обеспечивающий непрерывную и равномерную подачу материала.

Существует довольно большое число разнообразных по своей конструкции питателей. Для фосфоритных сушилок применяются главным образом так называемые тарельчатые питатели.

Тарельчатый питатель (рис. 27) представляет собой горизонтальную тарелку 1, укрепленную на валу 2, который приводится в движение от трансмиссии при помощи конических зубчаток 3. На плоскости тарелки, под некоторым углом к ее радиусу, закреплена стальная планка (сбрасывающий нож) 4. Планка закреплена к корпусу питателя 5 с таким расчетом, чтобы не мешать вращению тарелки.

Фосфорит из бункера самотеком через отверстие 6 сверху поступает на тарелку. При вращении тарелки находящийся на ней фосфорит равномерно сбрасывается (срезается) планкой и через отверстие 7 подается в специальную точку, по которой поступает в сушильный барабан.

Устройство питателя позволяет в известных пределах регулировать количество подаваемого в барабан фосфорита. Меняя угол, под которым планка расположена к радиусу тарелки, можно заставить ее захватывать большее или меньшее количество фосфорита. При уменьшении этого угла количество подаваемого фосфорита увеличивается. Наоборот, при увеличении угла — количество фосфорита уменьшается. Загруженный в барабан фосфорит благодаря его вращению и наклону тщательно перемешивается, передвигается вдоль барабана и, высушенный топочными газами, выходит из него с конца, противоположного загрузке. По выходе из барабана фосфорит по течке направляется в дробилки мелкого дробления, если они расположены вблизи барабана, или на транспортер¹, если дробилки мелкого дробления отдалены от сушилок.

Производительность сушильного барабана. Производительность сушильных барабанов, установленных на наших

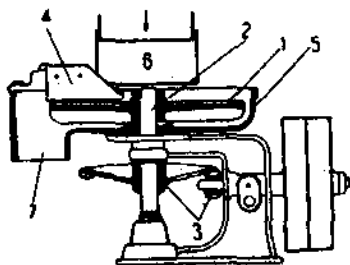


Рис. 27. Тарельчатый питатель.

¹ Обычно пластинчатый (железный), не разрушающийся при соприкосновении с горячим фосфоритом.

заводах, составляет примерно 200—300 тонн фосфорита в сутки.

Вообще же для приближенного подсчета производительности сушильного барабана в зависимости от его размеров для сушки фосфорита принимают, что при нормальном режиме топки в 1 куб. метре объема барабана выпаривается из фосфорита 30—40 килограммов влаги в течение часа.

Для примера решим следующую задачу: Сушильный барабан, имеющий длину 14 метров и диаметр 1,6 метра, питается фосфоритом, имеющим влажность 10%. Определить приблизительную производительность барабана по загрузке, если влажность выходящего из него фосфорита равна 1,5%.

Решение. Площадь сечения барабана равняется квадрату его диаметра, умноженному на 0,785, т. е. в нашем случае равна $1,6^2 \cdot 0,785 = 2$ кв. метрам.

Объем барабана равен площади его сечения, помноженной на длину, т. е. $2 \cdot 14 = 28$ куб. метрам.

В каждом кубическом метре объема барабана испаряется 30 килограммов влаги в час. Следовательно, барабан объемом в 28 куб. метров выпарит в час $28 \cdot 30 = 840$ килограммов влаги.

Фосфорит входит в барабан с влажностью в 10% и выходит из него с влажностью в 1,5%. Следовательно, фосфорит теряет в барабане $10 - 1,5 = 8,5\%$ влаги.

Разность в процентах влаги (т. е. 8,5%) и есть количество выпаренной влаги, т. е. 1 040 килограммов составляют 8,5% от веса загруженного в барабан фосфорита. Отсюда вес загруженного в течение часа фосфорита равняется

$$\frac{1\,040 \cdot 100}{8,5} = 12\,235 \text{ килограммов или } 12,235 \text{ тонн в час.}$$

Расход энергии. Расход энергии составляет для стандартных размеров барабана в среднем 9—10 л. с. Примерно такое же количество лошадиных сил расходуется и на вентилятор с питателем.

Таким образом общий расход энергии составляет примерно 20 л. с.

Расход топлива. Расход топлива на сушку зависит от так называемой теплотворной способности топлива, т. е. от количества тепла, которое выделяется при сгорании 1 килограмма топлива. Это тепло измеряется особыми единицами — калориями. Поэтому теплотворную способность топлива иначе называют калорийностью. Различные виды и сорта топлива имеют и различную калорийность.

Данные о калорийности топлива таковы:

Наименование топлива	Калорий- ность в ка- лориях на 1 кг	Наименование топлива	Калорий- ность в ка- лориях на 1 кг
Дрова	2 500—3 600 ¹	Антрацит	Кизелов- ский
Торф	3 200	Мазут	5 600
Подмосковный уголь	2 700—3 400		9 800
Антрацит Донецкий	6 500—7 300		

Для испарения 1 килограмма влаги, в сушилках расходуется примерно 600 калорий.

Отсюда можно определить расход любого вида топлива на сушку 1 тонны фосфорита.

Решим следующую задачу.

В барабан загружается фосфорит в количестве 13 тонн с влажностью в 11% и выходит из него с влажностью в 1,5%.

Нужно определить расход топлива на сушку 1 тонны фосфорита, если топливом служит уголь, имеющий калорийность 5 400.

Решение. В сушилке фосфорит теряет влаги $11 - 1,5 = 9,5\%$; в килограммах это составляет

$$\frac{13\,000 \cdot 9,5}{100} = 1\,235 \text{ килограммов}$$

выпаренной влаги. На испарение каждого килограмма влаги расходуется 600 калорий. Таким образом общий расход тепла составит

$$1\,235 \cdot 600 = 741\,000 \text{ калорий.}$$

Угля с калорийностью 5 400 потребуется, в килограммах:

$$\frac{741\,000}{5\,400} = 135,3 \text{ килограмма,}$$

на 13 тонн фосфорита, а на 1 тонну это составит

$$\frac{135,3}{13} = 10,4 \text{ килограмма,}$$

Фактический же расход топлива будет в $2\frac{1}{2}$ раза выше, так как только 0,4 всего топлива идет на сушку. Остальное тепло расходуется на нагрев окружающего барабана воздуха, уносится с дымовыми газами и т. д. и, по существу, является потерей в сушилках. Поэтому для определения действительного расхода топлива нужно полученную цифру

¹ В зависимости от влажности.

(10,4 килограмма) помножить на 2,5. Отсюда, расход взятого нами топлива на 1 тонну загруженного в барабан фосфорита составит:

$$10,4 \cdot 2,5 = 26 \text{ килограммов.}$$

Контроль работы сушилки. Основными показателями работы сушильного барабана являются:

- 1) влажность выходящего из барабана фосфорита;
- 2) температура отходящих газов;
- 3) число оборотов барабана в минуту;
- 4) производительность в тоннах в час.

Нормальной температурой отходящих газов для сушильного барабана, работающего по принципу противотока, считается температура около 120° , а влажность фосфорита после сушки $1\frac{1}{2}$ —2%.

Контроль процесса сушки заключается в наблюдении за режимом топki (температура отходящих газов) и загрузки, а также в проверке время от времени влажности выходящего из сушилки фосфорита.

Температура отходящих газов определяется ртутным термометром, установленным в отверстии дымохода перед вентилятором.

Для контроля над влажностью материала отбираются через равные промежутки времени пробы фосфорита как до сушки, так и после сушки. Эти пробы подвергаются в лаборатории специальному анализу и, таким образом, устанавливается правильность работы сушилки или отклонения от нормального режима.

Для более точного контроля работы сушилки определяется также и температура входящих в барабан топочных газов. Так как температура газов при входе в барабан довольно высокая (600 — 800°), определение ее обычным ртутным термометром невозможно. Поэтому в этих случаях пользуются специальными приборами — пирометрами.

Аварийные случаи. Наиболее часто встречающиеся в практике случаи аварии заключаются в завале барабана фосфоритом. Причинами такого рода аварий являются или чрезмерная влажность материала, обуславливающая залипание барабана сырым фосфоритом, или чрезмерная перегрузка его. Последнее наблюдается чаще всего там, где сушильные барабаны не снабжены питателями. Значительно реже встречаются случаи поломки приспособлений, предупреждающих сдвиг барабана, благодаря чему происходит иногда значительное смещение барабана (барабан, как говорят, въезжает в приемную камеру).

Техника безопасности. Техника безопасности при работе на сушильном барабане какими-либо специфическими особенностями не отличается и заключается только в том, чтобы иметь достаточно хорошие ограждения для приводных ремней и защитный железный кожух для системы зубчаток.

Обслуживающий персонал

Обслуживающий персонал состоит из следующих категорий рабочих:

Подвозчик топлива (2-й разряд). Подвозит топливо от места его хранения к топкам сушильных барабанов.

Шуровщик (сушильщик) (3-й разряд). Загружает топливо в топку, шурует его, чистит топку, отвозит шлак. Отвечает за правильность режима топки.

Рабочий у питателя (2-й разряд). Следит за подачей сырья в сушильный барабан. Наблюдает за работой питателя. Производит уборку рабочего места. Отвечает за правильность работы питателя.

Рабочий у элеватора (3-й разряд). Следит за правильностью работы элеватора. Выполняет также обязанности смазчика при сушильном барабане.

Инструкция по обслуживанию сушильного барабана

1. Не загружать в топку поленья бóльших, нежели обычно, размеров.

2. При работе на угле крупные куски перед загрузкой в топку — разбить (нормальные размеры кусков угля 100—150 миллиметров в поперечнике).

3. Держать слой топлива на решетке постоянной высоты.

4. Перед загрузкой свежей порции топлива, произвести шуровку.

5. Не допускать засорения колосниковой решетки.

6. Не допускать переполнения зольников. Чаше выгребать золу (шлак).

7. Максимально сокращать время на шуровку и загрузку, так как входящий в открытые дверцы холодный воздух сильно охлаждает топочные газы.

8. Дрова загружать ровной плотной массой (а не в разбивку).

9. Загрузку производить через промежутки времени, обеспечивающие постоянный уровень топлива в топке.

10. В случае если топка имеет две загрузочные дверцы, не допускать одновременной загрузки в обе дверки.

11. Наблюдать за цветом выходящего из дымовой трубы дыма. Черный густой дым — признак недостаточного количества воздуха, поступающего в топку. Необходимо приоткрыть дверцы топки.

12. При остановке барабана прекратить загрузку топлива, перекрыть ход дымовых газов на растопочную трубу, перевести приводной ремень на холостой шкив.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему фосфорит нужно сушить?
2. Как устроен сушильный барабан?
3. С какой целью внутренность барабана разделяется перегородками на отдельные ячейки?
4. Благодаря чему фосфорит передвигается по барабану?
5. Как барабан связан с загрузочной и выгрузочной камерами?
6. Каким образом фосфорит из питателя поступает внутрь барабана?
7. От чего зависит производительность барабана?
8. Можно ли влажное сырье подвергать дальнейшей обработке (размолу и т. д.)?
9. Почему влажность, с которой обычно сырье поступает на завод, не имеет большого значения при грубом дроблении?
10. Почему выгодно производить сушку после грубого дробления, а не до него?

ЛИТЕРАТУРА

Толкованов, П. С., Инструкция по сжиганию дров, Госэнергоиздат, 1932.

После машин предварительного дробления, на которых происходит подготовка фосфорита к окончательному размолу, фосфорит поступает в мельницы для обработки его до нужной степени тонины помола.

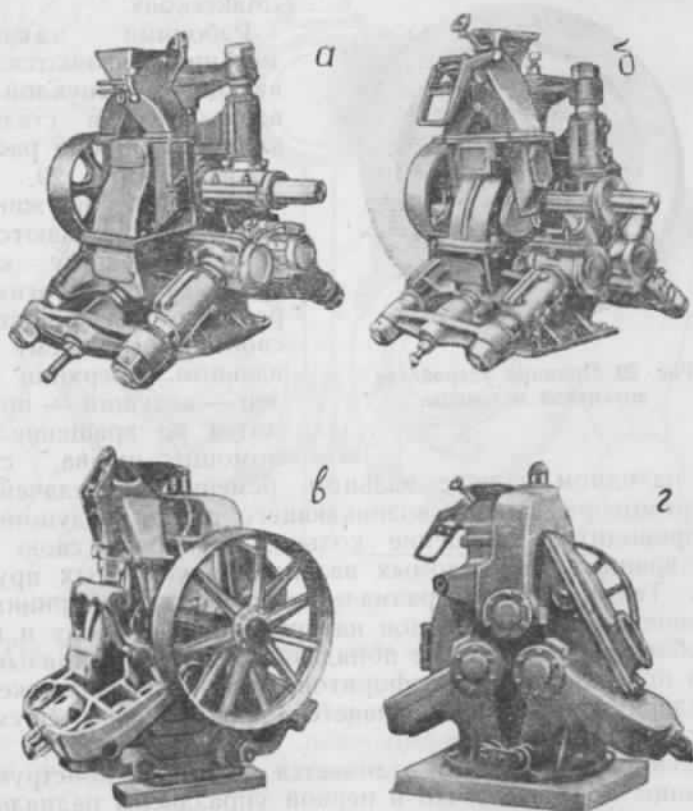


Рис. 28. Стадии усовершенствования мельницы Кента.

а—первоначальный тип мельницы Кента, б—усовершенствованная мельница Кента, в—мельница „Максекоп“, г—новейший тип мельницы „Максекоп“.

Устройство. Из машин для окончательного размола фосфоритов и апатита наибольшим применением пользуется мельница Кента и ее многочисленные разновидности, явившиеся в результате усовершенствований старой конструкции Кента.

Одним из распространенных типов усовершенствованной мельницы Кента является мельница «Максекон».

На рис. 28 представлена мельница Кента в своем развитии от первоначального типа до современной усовершенствованной мельницы «Максекон».

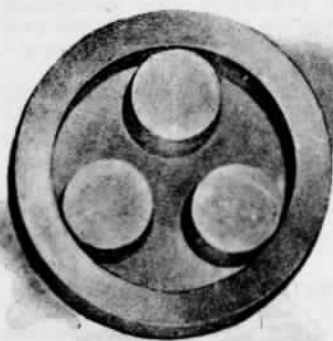


Рис. 29. Принцип устройства кольцевой мельницы.

Рабочими частями мельницы являются три вальца с выпуклой поверхностью и стальное кольцо. Принцип работы показан на рис. 29.

Крепкими пружинами вальцы прижимаются к размалывающему кольцу, имеющему вогнутую рабочую поверхность и свободно сидящему над вальцом. Верхний валец — ведущий — приводится во вращение при помощи шкива, сидя-

щего на одном валу с вальцом, ременной передачей от электромотора. В силу возникающего трения, ведущий валец приводит во вращение кольцо, которое, в свою очередь, вращает два ведомых вальца, прижимаемых пружинами. Таким образом размалывающее кольцо принимает давление всех трех вальцов на пружинящую опору и приспособляется к обработке попадающих между размалывающими поверхностями фосфоритов, мягко меняя положение, благодаря чему и обеспечивается равномерная бесшумная работа мельницы.

Мельница «Максекон» отличается от старой конструкции мельницы Кента тем, что в первой упразднены радиальные катковые подшипники и заменены окружающими весь механизм траверсами, которые подвижно подпираются у точки вращения. Устройство траверз допускает не только ра-

диальное движение размалывающих частей, но и небольшое осевое движение, благодаря чему достигается почти полная безопасность в отношении поломок. Ведущий валец вращается со скоростью около 180—200 оборотов в ми-

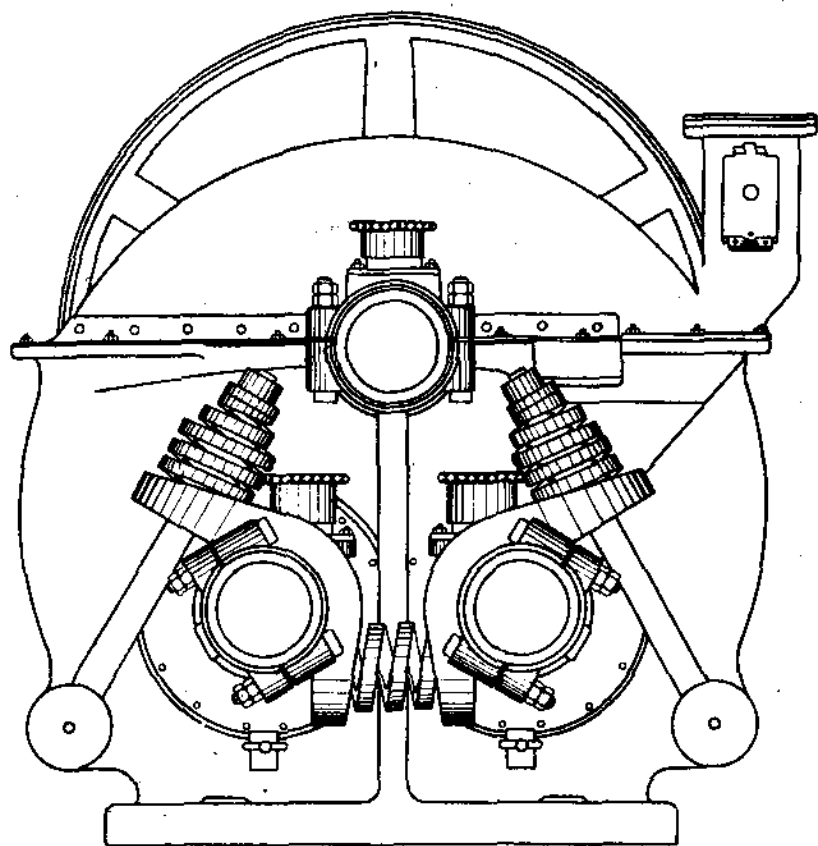


Рис. 30. Общий вид мельницы типа „К“ завода „Большевик“.

нуту, а кольцо около 80 оборотов. Благодаря такой скорости вращения рабочая поверхность кольца всегда покрыта фосфоритом, проходящим между кольцом и вальцами.

Наибольшая производительность мельницы «Максекон» в заводских условиях при данном сорте фосфорита определяется опытным путем — отрегулированием питателя — и

достигается в том случае, когда через питатель идет равномерная сыпь из тонких и более крупных частиц. Для этой цели над мельницами устанавливаются бункера емкостью 3—5 тонн, из которых фосфорит равномерно поступает в мельницы.

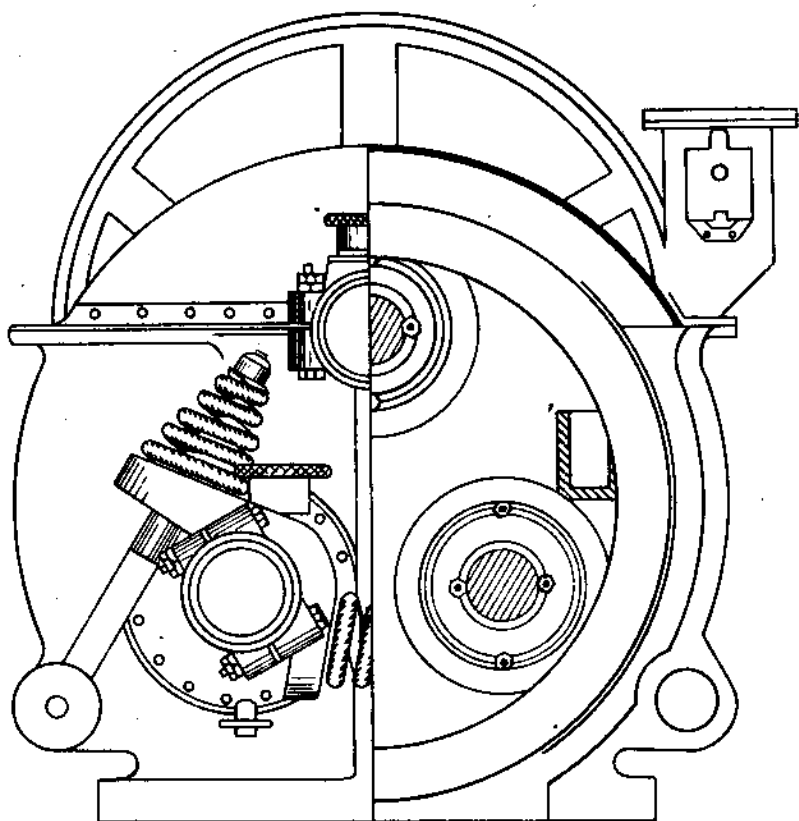


Рис. 31. Разрез мельницы „К“.

Мельницы «Максекон» при обычном фосфоритном помоле (сито № 40) работают с производительностью 3—4 тонны в час.

Износ рабочих частей. В кольцевой мельнице быстрее всего изнашиваются кольцо и вальцы. Наибольшее количество всех производственных неполадок с мельницами про-

исходит из-за быстрого износа и полома вальцов, что, с одной стороны, зависит от того материала, из которого сделаны вальцы, с другой стороны — от установленного режима работы.

Из практики работы фосфоритных заводов известно, что вальцы из марганцевистой стали могут пропустить до 3 ты-

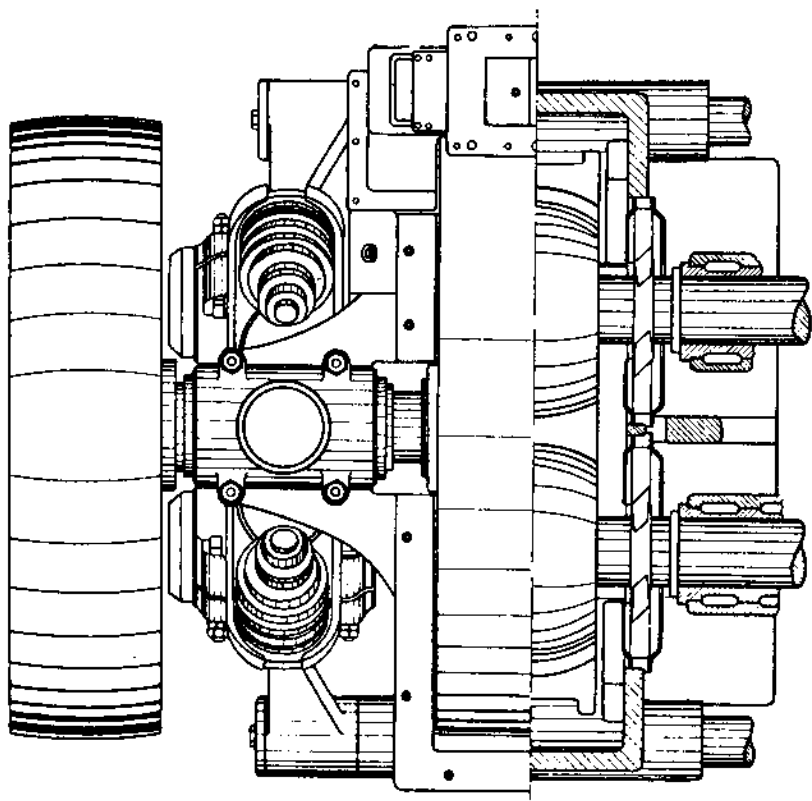


Рис. 32. План мельницы „К“.

сяч тонн фосфорита средней твердости, вальцы из белого чугуна — до 2 тысяч тонн, а обыкновенный чугун быстро срабатывается.

Известны случаи, когда комплект вальцев выдерживал не более 150—200 тонн и даже менее, что значительно понижало производительность мельницы вследствие частой смены вальцов.

Не только материал для валцов и колец играет роль в понижении производительности мельниц, но и установленный режим работы.

На многих фосфоритных заводах пренебрегают тем, что мельница рассчитана на определенный размер кусков (габарит) руды, и пускают на размол более крупные куски руды, чем нужно. Этим резко нарушается режим машины, и в результате происходит целый ряд неполадок. На кольцевые мельницы обычно пускается на размол крупка размером не более 10—15 миллиметров.

Одним из условий, вызывающим ряд ненормальностей в работе мельниц и быстрый износ, является попадание в мельницу различных металлических частей. Случаи попадания металлических частей в фосфорит нередки, и рабочим, обслуживающим мельницу, приходится при отсутствии магнитного сепаратора вылавливать эти части у загрузочной воронки мельницы. Среди выловленных предметов можно встретить и кончик стального бура, попавшего в фосфорит еще на руднике, зубило, попавшее по небрежности обслуживающего персонала, пружины, гвозди и другие предметы, которые разрушают валцы и вызывают опасность поломки кольца.

В целях улавливания металлических частей и недопущения их попадания в машину, устанавливаются так называемые магнитные сепараторы, вылавливающие металлические предметы из массы фосфорита.

У нас в СССР заводом «Большевик» в Киеве изготавливаются мельницы типа Кента, показанные на рис. 30, 31 и 32 (тип «К»). Принцип работы этих мельниц тот же, что и только что описанных.

В чугунной станине с крышкой расположено кольцо и 3 размалывающих вальца. Конические пружины, укрепленные в железных тягах, прижимают ведомые валцы к кольцу. Пружину, расположенные горизонтально, служат распоркой между ведомыми вальцами. Так же, как и в мельницах «Максекон», регулирование степени помола достигается изменением растяжения пружин.

К достоинствам этих мельниц нужно отнести их компактность, выносливость, удобство обслуживания и возможность в довольно широких пределах регулировать продуктивность.

Одновременно с этим мельницы этого типа весьма неудобны для ремонта или замены внутренних частей (приходится разбирать всю мельницу). Общий вид установки мельниц Кента показан на рис. 33.

Производительность. Производительность мельниц Кента и «Максекон» определяют следующие основные моменты:

1. Размер кусков дробленого материала, поступающего на размол. Чем больше куски, тем больше время, затрачиваемое на их измельчение. Выше уже указывалось, что наиболее благоприятным для мельницы является размер кусков, не превышающий 10—15 миллиметров в поперечнике.

2. Необходимая тонина муки. При более тонком помоле производительность мельниц также понижается.

3. Влажность поступающего в мельницу материала. Влажность оказывает весьма существенное влияние на производительность мельниц. При влажности выше 2% материал часто спрессовывается между кольцом и вальцами и налипает на кольцо в виде прочной корки, препятствующей нормальному протеканию размольного процесса.

4. Наконец, существенным моментом, определяющим производительность мельницы, является правильное питание. Для использования максимальной производительности мельницу нужно питать равномерно, в то же время строго следя за тем, чтобы не перегружать ее.

При размоле фосфорита для мельниц типа Кента нормальной считается производительность в 3 тонны в час¹. Для апатита эта цифра несколько снижается (2,5 тонны в час), поскольку апатит требует более тонкого помола и, кроме того, является материалом более твердым.

Что касается мельниц «Максекон», то их производительность значительно выше и нормально для фосфорита составляет 4—5 часов.

Расход мощности. Расход мощности обычно определяется на 1 тонну готовой муки (удельный расход мощности). Для описанных мельниц удельный расход мощности составляет 13—16 лш. сил на 1 тонну муки. Для мельницы, например с диаметром кольца в 1 000 миллиметров при диа-



Рис. 33. Общий вид установки мельниц Кента.

¹ Производительность мельниц определяется количеством муки в тоннах, полученной в течение часа, а не количеством тонн фосфорита или апатита, загруженного в мельницу в течение часа.

метре ролика 420 миллиметров, ширине ролика 250 миллиметров и числе оборотов 200 в минуту, расход мощности составляет 35—40 лош. сил.

Мельницы Ринг-Ролль

Устройство. На том же принципе основано устройство мельницы Ринг-Ролль. Основное отличие мельницы Ринг-Ролль от мельницы типа Кента состоит в том, что во вращение приводится не верхний ролик, а само кольцо. Другой конструктивной особенностью мельницы Ринг-Ролль.

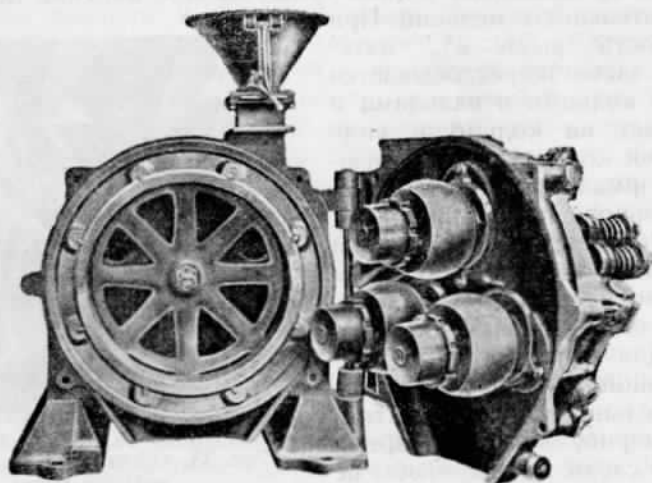


Рис. 34. Внутреннее устройство мельницы Ринг-Ролль.

является способ установки вальцов. Передняя часть мельницы, на которой укреплены вальцы, свободно открывается наподобие дверцы, что весьма удобно при осмотре мельницы, а также при ремонте внутренних частей ее и смене вальцов.

На рис. 34 изображена мельница Ринг-Ролль в открытом виде. На этом рисунке виден способ крепления передней части к корпусу мельницы, а также монтаж вальцов на ней.

Рис. 35 показывает боковой вид мельницы и механизм привода ее. К достоинствам этой мельницы относится значительно бо́льшая производительность, нежели у мельниц типа Кента (6—7 тонн в час).

Наряду с этим мельница Ринг-Ролль обладает и рядом существенных недостатков:

- 1) сложность устройства валцов и способ их крепления к корпусу мельницы (рис. 36);
- 2) громоздкость мельницы и характер приводного устройства (зубчатая передача) требуют наличия специального фундамента;
- 3) конструкция мельницы не допускает размола более крупных кусков фосфорита;
- 4) одностороннее питание мельницы в отличие от мельниц типа Кента, где питание производится с обеих сторон размольного кольца;
- 5) устройство питательной воронки не дает возможности следить за питанием мельницы.

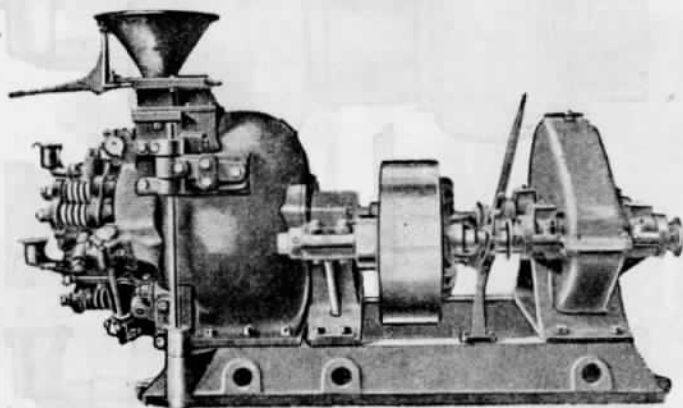


Рис. 35. Внешний вид мельницы Ринг-Ролль.

Обслуживание мельницы. В отношении обслуживания мельница Ринг-Ролль вполне аналогична мельницам типа Кента за исключением следующего момента: устройство прижимного приспособления для валцов таково, что дает возможность валцам в процессе работы отходить от кольца. Увеличение зазора между валцом и кольцом вызывает резкое понижение производительности мельницы. Поэтому рабочему, обслуживающему мельницу, приходится часто подтягивать прижимные пружины.

Отсеивающие приспособления

В результате размола фосфорит выходит из мельницы в виде мелких, различных по величине частиц, которые в дальнейшем подвергаются сортировке и выделению ча-

стиц тех размеров, которые требуются для суперфосфатного производства.

Рассортировка и выделение частиц нужной степени помола производится в аппаратах различной конструкции, связанных с мельницей в один агрегат.

Сита. Устройство сит основано на принципе механического разделения различных по величине частиц фосфо-

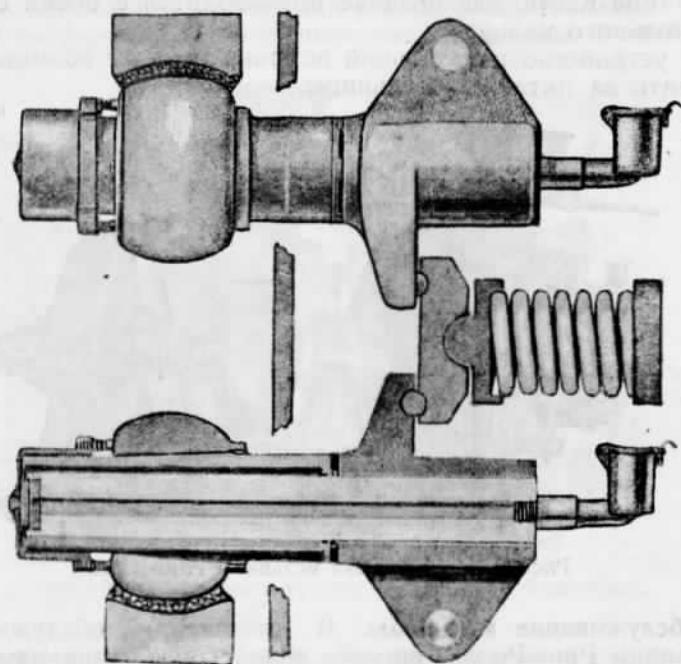


Рис. 36. Устройство и крепление валцов мельницы Ринг-Ролль.

рита. Это разделение осуществляется при помощи металлических сеток с очень малой величиной отверстий, на которые поступает фосфорит для рассортировки. Более мелкие частицы, которые по своим размерам способны пройти сквозь отверстия сеток, проваливаются сквозь них и поступают в один приемник, а частицы, не прошедшие через сетки, собираются в другой приемник.

Существует ряд ситовых установок различных систем.

Сита (рис. 37 и 38) в основном состоят из железной коробки, внутри которой наклонно установлена рама для

вкладных металлических сеток. В верхней части коробки расположен шнек, подающий материал для отсева, внизу имеется шнек, отводящий отсеянную муку. Рама снабжена встряхивающим механизмом.

Просеивание материала производится при помощи встряхивания сетки, на которую поступает материал. Сетка устанавливается под углом, который можно изменять при помощи регуляторной щеки.

Материал для отсева подается элеватором на распределительный верхний шнек, из которого по всей длине шнека

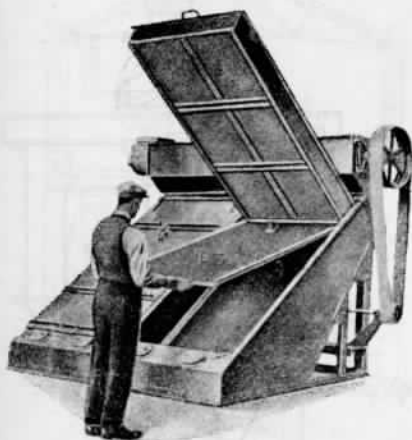


Рис. 37. Ситовая установка
(вид спереди).

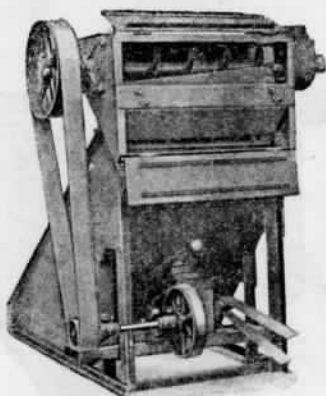


Рис. 38. Ситовая установка
(вид сзади)

ссыпается на металлическую сетку. Отсеянная мука попадает в нижний шнек, которым отводится в силоса, а крупные куски возвращаются через течку в мельницу Кента для дальнейшего размола.

Общая площадь сетки в ситовой установке — 3 кв. метра, угол наклона можно регулировать в пределах $40-45^{\circ}$.

Полотно сит весьма быстро изнашивается под действием проходящих по нему кусочков фосфорита, имеющих острые углы, а потому в процессе работы на ситах требуется особо тщательное наблюдение за исправным состоянием металлических сеток.

Регулирование тонины продукта, получаемого с сит, производят путем установки сеток с различной величиной отверстий.

Воздушный сепаратор. Если в ситах для разделения муки и крупки служат сетки с различной величиной отверстий, через которые проваливаются более мелкие частицы фосфорита, то совершенно на ином принципе основана работа воздушных сепараторов (рис. 39).

Разделение по степени помола в воздушных сепараторах производится при помощи вихревых потоков воздуха, в которых частицы фосфорита рассортировываются под действием тяжести, инерции, трения и центробежной силы.

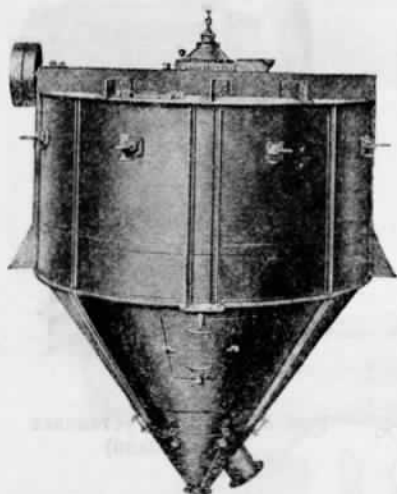


Рис. 39. Воздушный сепаратор.

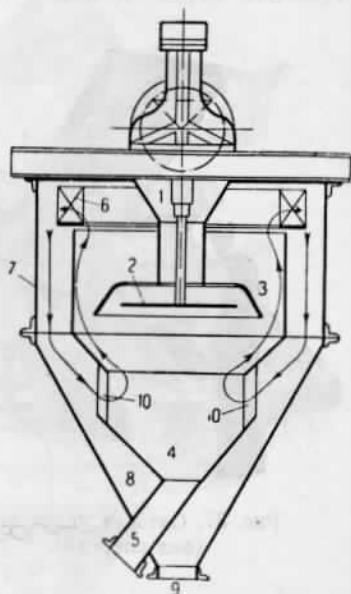


Рис. 40. Схема воздушного сепаратора.

На рис. 40 показана схема устройства воздушного сепаратора. Вал, на конце которого укреплена тарелка, приводится во вращение со скоростью 130—250 оборотов в минуту. Через загрузочное отверстие подается фосфорит, который падает на вращающуюся тарелку, разбрасывается на все стороны вследствие развиваемой центробежной силы, ударяется о стенки ударного зонта (или колокола) и попадает в образуемые вентилятором встречные вихревые потоки.

Более легкие и мелкие частицы фосфорита увлекаются струей воздуха, выбрасываются через отверстия внутрен-

ней цилиндрической части сепаратора и попадают в наружную воронку, откуда отводятся через патрубок. Более же тяжелые и крупные частицы, не увлеченные струей воздуха, падают вниз, во внутренний конус, откуда и отводятся через патрубок.

Регулирование работы сепаратора производится: 1) при помощи жалюзи или шиберов, которые позволяют увеличивать или уменьшать размеры отверстий для отсеивания

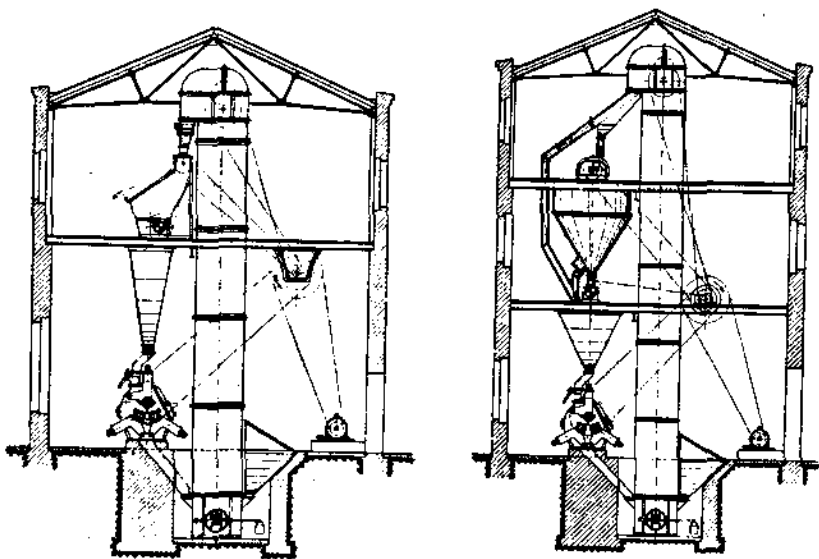


Рис. 41. Схемы размола с ситами и воздушным сепаратором.

мелких частиц, 2) при помощи изменения числа оборотов крыльчатого вентилятора и 3) подниманием и опусканием конического кольца над разбрасывающей тарелкой.

Вращающийся вал приводится в движение при помощи зубчатой или ременной передачи.

Производительность сепараторов по муке достигает 5 тонн в час при затрате энергии около 5 лощ. сил. На рис. 41 даны сравнительные схемы размола с ситами и воздушным сепаратором.

Пылеулавливающие устройства

При размоле фосфоритов образуется много пыли, которая, пробиваясь сквозь неплотности в мельницах, элевато-

рах, ситах и т. д., заполняет рабочее помещение. Помимо того что это создает неблагоприятные условия для работы, потеря пыли является и экономически невыгодной. Для улавливания пыли применяется целый ряд аппаратов, основанных на трех конструктивных принципах: 1) на уменьшении скорости движения воздуха, насыщенного пылью, 2) на фильтровании запыленного воздуха и 3) на отделении пыли под действием центробежной силы.

На первом принципе основано устройство пыльных камер, но вследствие малой эффективности они не употребляются в суперфосфатной промышленности.



Рис. 42. Циклон.

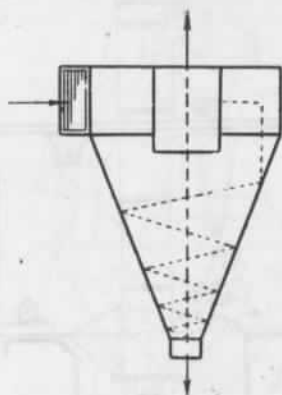


Рис. 43. Схема циклона.

Наибольшим распространением пользуются циклон-аппараты, работа которых основана на втором принципе, и рукавные фильтры.

Циклон. Сущность действия циклона (рис. 42) состоит в том, что воздуху, насыщенному пылью, перед выходом в атмосферу придается круговое движение с большой скоростью. При этом частицы пыли отталкиваются центробежной силой от центра вращения пыле-воздушной смеси и оседают под действием собственной тяжести.

Схема устройства циклона показана на рис. 43. Верхняя часть циклон-аппарата имеет цилиндрическую форму, нижняя — коническую. Воздух, насыщенный пылью, нагнетается в аппарат в направлении, сообщаемом круговое движение. Размеры цилиндрической и конической частей циклона рассчитываются таким образом, чтобы не только от-

бросить частицы пыли к периферии, но и дать им необходимое движение вниз, освободив их при этом от действия вращающих сил.

Существует очень много типов циклонов, различающихся между собой формой сечения (круглые, квадратные, многоугольные), соотношениями цилиндрической и конической частей, внутренним устройством (с перегородками, лопатками, спиралью и проч.), но все они основаны на том же принципе, что и описанный циклон круглого сечения.

Рукавные фильтры. На рис. 44 изображен рукавный пылеуловитель Бэта или так называемая камера Бэта, представляющая шкафообразный ящик из дерева или железа, разделенный на несколько отделений. Каждое отделение включает в себе 4 или 8 — одновременно обслуживаемых цилиндрических матерчатых рукавов — фильтров, имеющих слегка конусообразную форму, причем наибольший поперечный разрез находится внизу у выходного отверстия для пыльного воздуха.

В верхней своей части матерчатые рукава закрыты крышками, соединенными со штангой, к которой прикрепляются все рукава одного отделения. В нижней части каждый рукав снабжен сравнительно тяжелым плоским железным кольцом. Это кольцо охватывает жестяной патрубок и прижимает к днищу мягкое утолщение нижнего конца рукава.

Работа описанного фильтра происходит следующим образом: пыльный воздух поступает в матерчатые рукава через их нижние концы, фильтруется через ткань, оставляет на ней частицы пыли и очищенный выходит в камеру, из которой непрерывно отсеивается вентилятором.

Время от времени, после того как рукава покрылись с внутренней стороны значительным слоем пыли, они подвергаются автоматическому встряхиванию.

Посредством наружного привода приводится в движение рычаг, резко приподнимающий 5—10 раз подряд железную

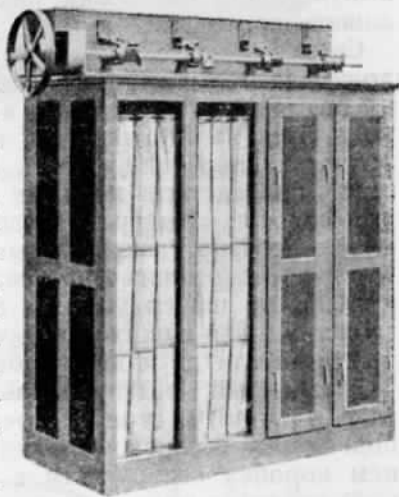


Рис. 44. Рукавный фильтр.

штангу, на которой подвешены рукава. Этими встряхиваниями достигается обсыпание пыли в расположенный под фильтром бункер, из которого пыль удаляется шнеком.

Силосы

Устройство. Хранилища для фосфоритной муки — силосы — представляют собой деревянные или железобетонные бункера, рассчитанные по объему на 2—3-дневный запас муки. Такой запас необходим для того, чтобы на случай вынужденной остановки размольного отделения не задерживать производства.

Сверху вдоль силосов (их может быть несколько) расположен загрузочный шнек, передающий фосфоритную муку из размольного отделения в силосы. Против каждого силоса шнек имеет отводную трубу, через которую и производится наполнение силоса. Трубы эти закрываются шиберами, посредством которых можно регулировать наполнение силосов. Выгрузка силосов производится через нижние отверстия, закрываемые шиберами, в разгрузочный шнек, расположенный под силосами. Регулируется выгрузка или просто шиберами, или посредством специального разгрузителя для силосов. Обычно для этой цели применяются разгрузители двух видов: барабанные и тарельчатые.

Барабанный разгрузитель. Барабанный разгрузитель (рис. 45 и 46) состоит из металлической коробки 1, имеющей сверху и снизу отверстия с фланцами. Верхним фланцем коробка соединяется с нижним отверстием (горловиной) силоса, а нижним — со шнеком, удаляющим выгруженную муку. Внутри коробки по длине ее расположен деревянный барабан 2 таким образом, что подшипниками для него являются торцевые стенки коробки. По ширине верхнего фланца к низу, по касательной к барабану, расположены пластины 3, прикрепленные верхним своим концом к фланцу. Внизу эти пластины соединены с винтами 4, которые при помощи маховичков 5, расположенных снаружи коробки, могут приближать или отдалять пластины от барабана. Вращаясь, барабан увлекает фосфоритную муку и сбрасывает ее вниз в расположенный под коробкой шнек.

Увеличивая или уменьшая при помощи маховичков зазор между барабаном и пластинами, можно регулировать количество выгружаемой муки. При увеличении зазора между барабаном и пластинами увеличивается количество выгружаемой муки и, наоборот, при уменьшении зазора это количество соответственно уменьшается. Барабан разгрузителя приводится в движение от трансмиссии через посред-

ство ременной или цепной передачи. Скорость вращения барабана зависит от размеров разгрузителя и в среднем составляет 25—30 оборотов в минуту.

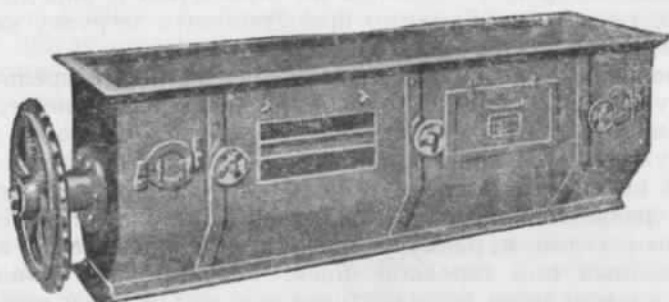


Рис. 45. Барабанный разгрузитель силосов (общий вид).

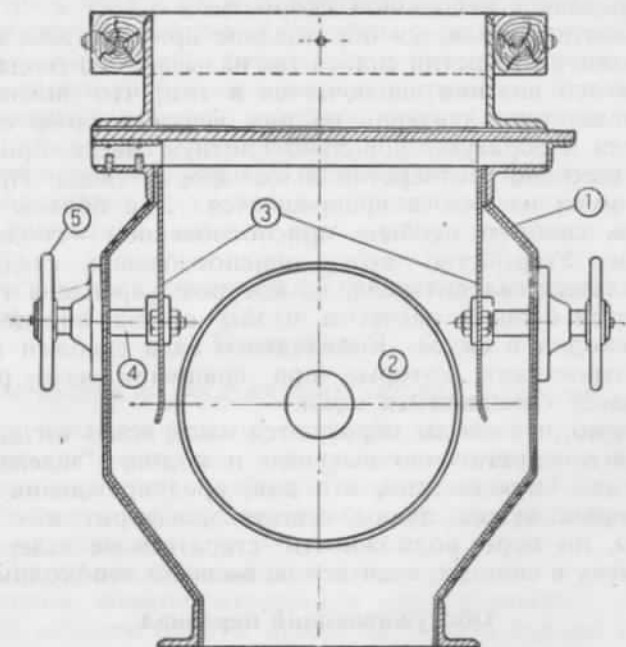


Рис. 46. Барабанный разгрузитель силосов (поперечный разрез).

Такой разгрузитель расходует немного энергии. Потребная мощность для него составляет 1,5—2 лш. силы.

Слеживаемость фосфоритной муки доставляет значительные неудобства при работе барабанных разгрузателей. Подача муки происходит не всегда равномерно: то совершенно не питая шнеков, то засыпая их полностью и иногда забивая их так, что необходимо приостановить загрузку камеры для очистки шнека.

Тарельчатый разгрузатель. Иначе устроен тарельчатый разгрузатель. Устройство его вполне аналогично устройству питателя для сушильного барабана. Состоит такой разгрузатель из вращающейся тарелки, на которую самоотекотом из силоса поступает фосфоритная мука. С тарелки мука срезается пластинкой (ножом), установленной под некоторым углом к радиусу тарелки, и сбрасывается в расположенный под тарелкой шнек. Регулировка количества выгружаемой муки производится так же, как и у питателя, изменением угла между ножом и радиусом тарелки. Тарелка питателя приводится в движение посредством зубчатой передачи с небольшой скоростью.

Недостатком является образование при выгрузке силосов у выходного отверстия силоса так называемого свода. Сущность этого явления заключается в том, что нижние слои муки вследствие давления на них верхних слоев спрессовываются и образуют довольно плотную массу, принимающую у выходного отверстия силоса форму свода. При этом выход муки из силоса прекращается. Для борьбы с этим питатель снабжен особым приспособлением — сводоразрушителем. Устройство этого приспособления следующее: вертикальный вал питателя, на котором укреплен тарелка, удлиняется с таким расчетом, чтобы он на определенную длину входил в силос. Конец этого вала снабжен небольшими отростками, которые при вращении вала разрыхляют массу слежавшейся муки.

Замечено, что своды образуются чаще всего тогда, когда фосфорит недостаточно высушен и подолгу залеживается в силосах. Отсюда ясно, что для предупреждения сводообразования нужно лучше сушить фосфорит и, с другой стороны, по мере возможности стараться не задерживать долго муку в силосах, если это не вызвано необходимостью.

Обслуживающий персонал

Обслуживание размольного отделения производится бригадой рабочих, прикрепленных к соответствующим рабочим местам.

Обязанности основных производственных рабочих сводятся к следующему:

Старший Мельник (6-й разряд). Непосредственно руководит работой сушильно-размольного отделения, наблюдает за исправностью механизмов отделения: мельниц, сит, сепараторов, дробилок, шнеков, элеваторов и пр. Следит за тонкостью помола, в случае надобности производит мелкий ремонт обслуживаемой аппаратуры. Отвечает за исправное состояние и работу обслуживаемого им оборудования и за степень тонкости помола. От старшего мельника требуется знание технологического процесса размола фосфоритов, а также конструкции дробильно-размольной аппаратуры. Требуется элементарные знания слесарного дела.

Мельник (4-й разряд). Наблюдает за работой мельниц и их питанием. Производит необходимую смазку трущихся частей, наблюдает за работой трансмиссии и нижней части элеватора, производит очистку приемков элеватора.

Ситовщик (4-й разряд). Наблюдает за работой и состоянием сит, трансмиссий, элеваторов, шнеков, вентиляторов, транспортных лент и пылеулавливающих установок. Следит за своевременной смазкой аппаратуры в ситовом отделении. Отвечает за нормальную работу сит и качество просева.

От ситовщика требуется знание конструкции обслуживаемых механизмов и схемы передачи муки. Ситовщик обязательно должен уметь разбираться в номерах сит.

Сепараторщик (4-й разряд). Наблюдает за работой сепаратора, регулирует по указанию старшего мельника процесс работы сепаратора, производит смазку трущихся частей сепаратора.

Требуется знание конструкции сепаратора и схемы передачи муки.

Инструкции

Инструкция по обслуживанию ситовых установок

1. Перед началом работы ситовщик должен проверить:
 - а) общее состояние сит — не завалены ли верхние и нижние шнеки, состояние ударного механизма и т. д.;
 - б) состояние отсеивающих сеток; если есть рваные сетки, заменить их новыми;
 - в) состояние верхней головки элеватора;
 - г) состояние шнеков, отводящих муку в силос.
2. Перед началом работы нужно наполнить маслом имеющиеся масленки штауфера и смазать все движущиеся части механизмов.
3. Ситовщик обязан иметь комплекты ходовых номеров новых сеток, натянутых на рамы, на случай замены износившихся.

4. Во время работы нужно следить за своевременной смазкой аппаратуры в ситовом отделении, за правильной работой контрольных сеток, шнеков и элеватора и т. д., ни в коем случае не допуская завала шнеков.

5. Все пылеулавливающие приспособления, относящиеся к размольному отделению: камеры Бэта, циклоны и т. д. находятся под наблюдением ситовщика.

6. Несколько раз в смену ситовщик должен отбирать пробы муки из-под каждого сита и производить элементарный ситовой анализ путем просеивания пробы на сите того же номера, что и работающие сита. Если обнаружится остаток, не проходящий через пробное сито, следует найти причину попадания в муку крупных частиц и немедленно устранить ее.

7. В случае обнаружения разрывов на работающей сетке следует немедленно остановить сита и поставить раму с новой сеткой.

8. В случае влажного фосфорита сита неизбежно будут забиваться и тем самым резко снизится их производительность. Поэтому в случае обнаружения влажной муки немедленно нужно сообщить старшему мельнику.

9. Несколько раз в смену нужно прочищать просеивающие сетки обметанием имеющейся метелкой.

10. При сдаче смены рабочее место должно быть приведено в порядок.

Инструкция по обслуживанию мельниц

1. При приемке смены мельник должен осмотреть состояние обслуживаемой им аппаратуры — мельницы, башмака, элеватора, приемка элеватора.

2. Во время работы мельницы строго следить за правильной сыпью фосфоритной крупки из бункера в мельницу и не допускать попадания в мельницу посторонних предметов.

3. Отрегулированием питателя следует установить равномерную сыпь фосфоритной крупки из бункера в таком количестве, чтобы мельница работала на полную нагрузку.

4. В случае работы на изношенных роликах (шарах) нужно особо тщательно следить за работой мельницы и за сыпью из бункера во избежание завала мельницы.

5. В случае запрессовывания кольца влажным фосфоритом следует остановить мельницу и вручную повернуть кольцо в обратную сторону путем вращения приводного шкива.

6. Следить за тем, чтобы размер кусков фосфорита, по-

ступающего в мельницу, был не выше установленных нормальным режимом размеров.

7. Не допускать завалов элеватора, проверяя для этого несколько раз в смену состояние башмака элеватора и во время остановок проверяя натяжение цепи.

8. Аккуратно следить за смазкой подшипников.

9. Во время остановок производить осмотр состояния мельницы и в случае надобности произвести мелкий ремонт — укрепление болтов, натяжных пружин и пр.

10. В случае если установка работает на новом комплекте роликов, следует сбавлять сыпь фосфорита сравнительно с нормальной работой мельницы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего производится размол фосфоритов и апатита?

2. Все ли сорта сырья размалываются до одинаковой степени?

3. Почему апатит должен подвергаться более тонкому размолу нежели фосфорит?

4. Как устроена кольцевая мельница?

5. Какова разница в устройстве мельницы завода «Большевик» по сравнению с мельницей «Максекон»?

6. Какие аппараты употребляются для отсева муки?

7. В чем заключается разница в работе сит и сепараторов?

8. Какой аппарат дает более тонкий отсев: сита или сепаратор, и почему?

9. Под каким углом наклона установлены сменные сетки в ситовых установках?

10. Как регулируется степень отсева в сепараторах?

11. Чем характеризуется качество помола?

12. Каким показателям должен удовлетворять помол различных фосфоритов и апатита?

13. Как проверяется правильность работы отсеивающих приспособлений?

14. С какой скоростью вращается кольцо в мельнице? То же валцы.

15. Сколько тонн фосфорита или апатита пропускает мельница типа Кента и какова ее производительность по муке?

16. Как устроены вылеотсасывающие приспособления и каков принцип работы циклона?

ЛИТЕРАТУРА

Вайнман, Н. М., Аппаратура суперфосфатного производства, Госхимтехиздат, 1932.

Вальднер, В. С., Техника размолу фосфоритов, КОИЗ, 1932.

8. КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ ДРОБИЛЬНО-РАЗМОЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Контроль за работой дробильно-размольной аппаратуры заключается в наблюдении за тем режимом, теми условиями работы, которые установлены для данного аппарата или агрегата.

Между всеми дробильно-размольными машинами и аппаратами должна быть полная увязка и строгая последовательность в отношении габарита руды, которая поступает в аппарат и выходит из него после обработки. В зависимости от исходного сырья, поступающего на первоначальное дробление, от величины кусков и его твердости, устанавливают расчетом, затем опытным путем размер выпускного отверстия у дробилок грубого и мелкого дробления, причем размер кусков фосфорита, выходящего из дробилок мелкого дробления, не должен превышать того габарита, на который рассчитаны мельницы для окончательного размола. Допустимая степень измельчения¹ для дробилок грубого дробления может быть принята не свыше 5—6, для мелкого дробления — около 10.

Несоблюдение принципа последовательности в дроблении и размоле ведет к преждевременному износу механизмов, значительным поломкам и неполному использованию аппаратуры. Таким образом наблюдение за работой дробильно-размольной аппаратуры сводится к двум основным моментам: к измерению степени измельчения руды и определению изнашиваемости рабочих частей машин.

Для **определения изнашиваемости** основных рабочих частей, например щек для дробилок, роликов и колец для мельниц и т. д., детали взвешивают перед их установкой на машину и после их изъятия из работы, после чего определяют расход металла на 1 тонну обработанного продукта.

К сожалению, в практике повседневной работы заводов такие определения почти не производятся, между тем они дают богатый материал для правильной постановки пла-

¹ За один прием дробления.

ново-предупредительного ремонта, калькуляций, усовершенствований работы этих деталей и пр.

Для измерения степени измельчения руды применяется метод ситового анализа.

Метод ситового анализа состоит в том, что пробу дробильного или размольного материала рассеивают при помощи ряда сит с постепенно уменьшающейся величиной отверстий.

Зная первоначальный вес пробы и вес фракции, остающейся на каждом сите, вычисляют в процентном отношении выходы материала по отдельным степеням крупности и, таким образом, находят сравнительную характеристику данной пробы материала.

Тканые металлические сита, применяемые для ситового анализа, характеризуются количеством отверстий, приходящихся на единицу длины или единицу поверхности. Толщина проволоки подбирается таким образом, чтобы изменение величины отверстий сит разных размеров происходило с определенной закономерностью.

Принято как за границей, так и у нас в СССР нумеровать сита по числу отверстий (меш), приходящихся на линейный дюйм сита.

Т а б л и ц а 4

Нормальные сита САСШ сист. Тейлора		Английские нормальные сита сист. ГММ	
Число отверстий в лин. дюйме	Величина отверстий в мм	Число отверстий в лин. дюйме	Величина отверстий в мм
3	6,68	5	2,54
4	4,70	8	1,57
6	3,33	10	1,27
8	2,36	12	1,06
10	1,65	16	0,79
14	1,17	20	0,64
20	0,83	30	0,42
28	0,59	40	0,32
35	0,42	50	0,25
48	0,295	60	0,21
65	0,208	70	0,18
80	0,175	80	0,16
100	0,147	90	0,14
150	0,104	100	0,13
200	0,074	120	0,11
—	—	150	0,08
—	—	200	0,06

Табл. 4 показывает сравнительную характеристику двух систем применяющихся сит.

Первый раздел таблицы характеризует стандартные сита САСШ системы Тейлора, второй раздел — сита системы Английского института горного дела и металлургов.

Кроме упомянутых, существует несколько других систем сит, применяющихся в различных странах. Так, например, существуют американские сита Бюро стандартов, французские нормальные сита и немецкие нормальные сита. Последние довольно часто применяются в заводских лабораториях, а потому ниже приводится их характеристика (табл. 5).

Т а б л и ц а 5
Немецкие нормальные сита

№ сит	Число отверстий на 1 см ²	Величина отверстий в мм
30	900	0,20
40	1 600	0,15
50	2 500	0,12
60	3 600	0,102
70	4 900	0,088
80	6 400	0,075
100	10 000	0,060

Техника ситового анализа состоит в следующем: пробу фосфоритной муки около 300—500 граммов взвешивают и просеивают через ряд сит, начиная с более крупных. Просеивание ведется до отказа, причем потеря на распыливание допускается не больше 1—2%.

По окончании просева составляются соответствующие таблицы, где указываются процентные выхода различных классов. Остающийся на ситах материал обозначают знаком плюс (+), а проходящий через сита — знаком минус (—).

Для ситового анализа существуют определенные наборы сит, сделанные в виде круглых цилиндрических обойм, на которые натянуты сетки соответствующих номеров.

Пример ситового анализа фосфорита

Класс	% выхода
+ 80	5,9
-- 80 + 100	7,0
-- 100 + 150	6,5
-- 150 + 200	29,9
-- 200 + 250	1,3
250 + 300	0,6
-- 300	48,3
Потери	0,5
	100,0

Химизм процесса

Как выше было указано, фосфорная кислота в фосфоритах содержится в виде нерастворимой в воде трехкальциевой соли фосфорной кислоты. В разложении этой нерастворимой соли и переведении ее в растворимую, усвояемую фосфоритов. Конечным продуктом разложения является растворимая в воде кислая однокальциевая соль фосфорной кислоты (монокальцийфосфат) состава $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

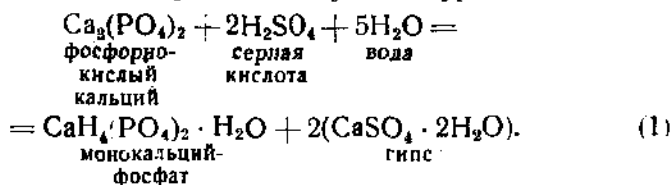
В процессе производства суперфосфата по целому ряду причин, указанных ниже, может частично образоваться и другая соль — фосфорнодвухкальциевая (дикальцийфосфат) $\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$ или Ca_2HPO_4 , которая в воде не растворяется, но растворяется в нейтральных растворах лимоннокислого аммония¹. Эта соль также является усвояемой формой фосфорной кислоты.

Под названием «усвояемой» формы фосфорной кислоты принято понимать сумму воднорастворимой и лимоннорастворимой форм P_2O_5 .

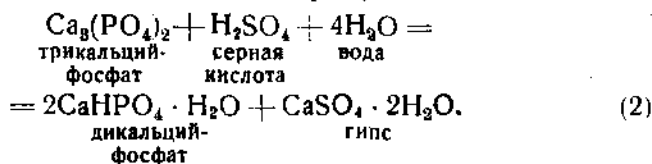
При разложении фосфоритов, имеющиеся в них примеси также вступают во взаимодействие с кислотой и, таким образом, в процессе разложения фосфоритов происходит целый ряд химических реакций, сопровождающихся выделением тепла и образованием газов и паров.

¹ Корни растений выделяют в окружающую их почву кислую жидкость, обладающую способностью растворять ряд питательных веществ, которые в воде нерастворимы. Так как корни растений могут впитывать питательные вещества только в виде растворов — это обстоятельство имеет громадное значение для жизни растений. Слабые растворы лимоннокислого аммония обладают примерно такой же растворяющей способностью в отношении солей фосфорной кислоты, как и кислые выделения корней, поэтому то, что растворяется в растворе лимоннокислого аммония условно принимают как усваиваемое растениями.

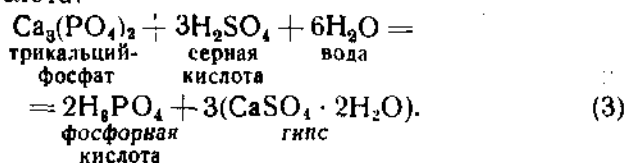
Основную реакцию разложения трикальцийфосфата серной кислоты можно выразить следующим уравнением:



Если взять серную кислоту для разложения фосфорита в недостаточном количестве, то в результате получается малорастворимый в воде дикальцийфосфат:

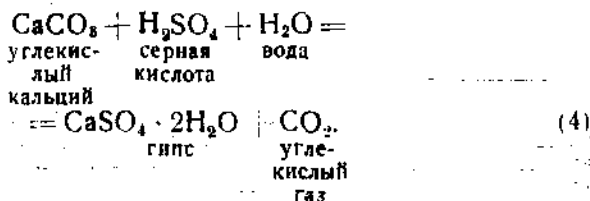


Если же взять избыток серной кислоты, то образуется фосфорная кислота:



Практически можно считать, что все эти реакции протекают одновременно, стремясь достигнуть некоторого равновесия.

Углекислый кальций, присутствующий в фосфоритах в виде примеси, разлагается серной кислотой с образованием гипса и выделением углекислоты, причем реакция протекает с выделением тепла:



Углекислый газ, выделяющийся при разложении углекислых солей, делает суперфосфатную массу пористой и тем самым облегчает дальнейшее выделение газов и паров.

Благодаря выделению газов, которые пробиваются сквозь

толщу жидкой суперфосфатной массы, готовый суперфосфат после созревания получается более сухим и пористым. Тепло, которое выделяется при разложении углекислого кальция, помогает дальнейшему разложению фосфорита.

Образующийся гипс при его кристаллизации схватывается и, связывая при этом всю массу суперфосфата, превращает его в сплошную глыбу. На этом свойстве и основана вся действующая аппаратура для производства суперфосфата — камеры Бескова, камеры Венка и др., а также машины для вырезывания суперфосфата.

Находящиеся в фосфоритах в виде примесей соли железа и алюминия также разлагаются серной кислотой, причем в результате разложения могут получиться различные соединения в зависимости от того, в какой форме находились в фосфорите алюминий и железо.

Примеси алюминия и железа в фосфорите вредны для суперфосфата, так как при долгом хранении суперфосфата в кучах, т. е. в таких условиях, когда нижние слои суперфосфата находятся под давлением, образовавшиеся сернокислые соли алюминия и железа способны вступать в реакцию с основным веществом суперфосфата — монокальцийфосфатом и переводить его опять в нерастворимую форму. При вылеживании суперфосфата в кучах, может происходить целый ряд других реакций, в результате которых воднорастворимые формы фосфорной кислоты могут переходить в нерастворимые и тем самым уменьшать количество полезной фосфорной кислоты.

Такой переход воднорастворимых форм фосфорной кислоты в нерастворимые, или труднорастворимые называется ретроградацией фосфорной кислоты.

Расчет количества серной кислоты для разложения фосфорита

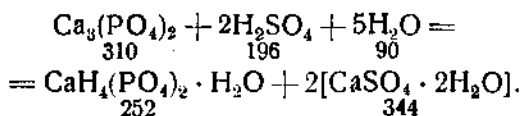
Расчет серной кислоты, необходимой для разложения фосфорита, производит химическая лаборатория или заведующий цехом и передает старшему по смене (мастеру или инженеру) распоряжение о том, какое нужно соблюдать соотношение между мукой и кислотой. На основании этого соотношения сменный инженер или мастер высчитывает, какую нужно брать навеску муки, и готовую цифру навески муки на одну загрузку котла Лоренца передает мешальщику. Таким образом расчет количества серной кислоты и расчет навески муки на один замес не входит в обязанности мешальщика, но независимо от этого мешальщик со-

вершенно отчетливо должен представлять себе, как производятся эти расчеты.

При расчете серной кислоты, необходимой для разложения, пользуются теми химическими формулами, которые были выше указаны (формулы 1 и 4, стр. 102). Расчет серной кислоты производят обыкновенно не на все составные части фосфорита, которые найдены химическим анализом, а на главные составные части, т. е. на фосфорнокислый кальций, углекислый кальций и окислы алюминия и железа¹.

Произведем подсчет серной кислоты, необходимой для разложения вышеуказанных главных составных частей фосфорита.

Расход серной кислоты на разложение фосфорнокислого кальция²:



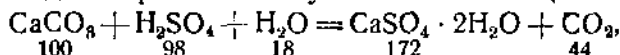
Из этой реакции видно, что для разложения 310 весовых частей трикальцийфосфата требуется 196 частей серной кислоты и 90 частей воды. А на 1 часть трикальцийфосфата потребуется серной кислоты в 310 раз меньше, т. е.

$$196 : 310 = 0,632 \text{ части,}$$

и соответственно воды:

$$90 : 310 = 0,290 \text{ части.}$$

Подобным же образом рассчитывается расход серной кислоты и воды на разложение углекислого кальция.



т. е. на 100 частей углекислого кальция требуется 98 частей серной кислоты и 18 частей воды. На 1 часть углекислого кальция соответственно требуется:

$$\text{кислоты } 98 : 100 = 0,980 \text{ части,}$$

$$\text{воды } 18 : 100 = 0,180 \text{ части.}$$

Подсчитав подобным же образом расход серной кислоты на разложение полуторных окислов железа и алюминия, получим следующий расход серной кислоты:

На 1 часть	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	...	0,632 части	H_2SO_4
" 1 "	CaCO_3	...	0,980 "	H_2SO_4
" 1 "	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	...	0,444 "	H_2SO_4

¹ Так называемые полуторные окислы.

² Цифрами внизу обозначены весовые соотношения вступающих в реакцию веществ.

Полученными числами расхода кислоты на каждую составную часть фосфорита пользуются таким образом: берется готовый анализ фосфорита и на каждую составную его часть рассчитывается расход кислоты. Например, мы имеем такой анализ фосфоритной муки:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	60%
CaCO_3	8,59%
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	20%

Считаем расход серной кислоты таким образом:

На 1 часть $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0,632 части H_2SO_4
„ 60 частей $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$0,632 \cdot 60 = 37,92$ части H_2SO_4
„ 1 часть CaCO_3	0,98 части H_2SO_4
„ 8,5 частей CaCO_3	$0,98 \cdot 8,5 = 8,33$ части H_2SO_4
„ 1 часть $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	0,445 части H_2SO_4
„ 2 части $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	$0,445 \cdot 2 = 0,890$ части H_2SO_4

Всего нужно на 100 частей фосфорита

$$37,92 + 8,33 + 0,89 = 47,14 \text{ части } 100\% \text{-ной серной кислоты.}$$

В переводе на кислоту крепостью 50° Боме это составит 75,4 части. Таким образом отношение между мукой и кислотой будет $75,4 : 100 = 0,754$, т. е. на 1 часть фосфоритной муки нужно взять 0,754 части серной кислоты крепостью 50° Боме. Согласно этому отношению уже рассчитывается навеска кислоты.

В заводской и лабораторной практике при расчете кислоты пользуются также так называемыми коэффициентами Грюбера, выработанными немецким инженером Грюбером на основании его практики на германских заводах.

Коэффициенты эти (нормы Грюбера) следующие:

На 1 часть $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ в фосфорите	1,1	части H_2SO_4 50° Боме
„ 1 „ CaCO_3 в фосфорите	1,6	„ H_2SO_4 50° Боме
„ 1 „ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ в фосфорите	4,0	„ H_2SO_4 50° Боме

При расчете норм серной кислоты на разложение фосфорита всегда принимают во внимание тонину помола фосфоритной муки. Предварительными опытами находят самую выгодную степень помола данного фосфорита и дальнейшими пробными замесами проверяют подсчитанное количество кислоты.

Условия, определяющие качество суперфосфата

Тонина помола. Степень измельчения для каждого сорта фосфорита меняется, так как она тесно связана с составом, плотностью и структурой фосфоритов.

Практически сита от № 50 до № 80 дают при фосфоритах и апатитах вполне пригодный для разложения продукт. Так, актюбинский, вятский, егорьевский, саратовский фосфориты для нормального разложения требуют тонины помола не грубее сита № 40, подольский — сита № 60, апатит — сита № 80.

Иностранные фосфориты, по Шухту, требуют следующей тонины помола:

Алжирский фосфорит	.. сито № 50
Флоридский	.. . № 60
Каролинский	.. . № 70

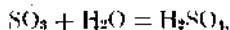
Определенная тонина помола одно из основных условий хорошего разложения фосфорита. Последствием грубого помола является, с одной стороны, недостаточное разложение фосфорита серной кислотой, а с другой стороны — повышение расхода серной кислоты на единицу фосфорита по сравнению с нормальным.

Кроме того, от степени измельчения зависит также скорость реакции разложения фосфорита. Чем больше размеры частиц муки, тем медленнее протекает процесс разложения (конечно, в определенных пределах), и наоборот. Еще одним следствием грубого помола фосфорита является повышенная кислотность суперфосфата и отсюда — ухудшение его физических свойств. Критерием для оценки степени помола фосфорита принято считать отсеив его на сите № 100.

Содержание P_2O_5 . Как видно из основной реакции разложения трикальцийфосфата, химически чистая соль $Ca_3(PO_4)_2$, содержащая 45,79% P_2O_5 , требует для своего разложения на 100 весовых частей 51,61 весовой части SQ_3 и 40,64 весовой части $H_2O = 92,25$ весовой части H_2SO_4 с содержанием $\frac{51,61 \cdot 100}{92,25} = 55,93\%$ SO_3 , что соответствует кислоте, крепостью 54° Боме. Таким образом 100 весовых частей $Ca_3(PO_4)_2$ и 92,25 весовой части H_2SO_4 крепостью 54° Боме дают 192 весовых части конечного продукта, с содержанием 45,79 весовой части P_2O_5 или, следовательно, наивысшее, теоретически возможное содержание P_2O_5 в суперфосфате равно

$$\frac{45,79 \cdot 100}{192,25} = 23,82\%$$

SO_3 — серный ангидрид. В соединении с водой образует серную кислоту:



В заводских условиях производства суперфосфата, конечно, никогда нельзя получить продукта с таким высоким теоретическим процентным содержанием P_2O_5 , так как, во-первых, природные фосфориты не встречаются в химически чистом виде и после обогащения содержат P_2O_5 не больше 40%, что соответствует 87,36% $Ca_3(PO_4)_2$, а, во-вторых, практически никогда не удается разложить полностью P_2O_5 , находящуюся в фосфорите, до воднорастворимой формы; всегда остается часть нерастворимо P_2O_5 в форме трикальцийфосфата и фосфатов железа и алюминия. Каждый сорт фосфорита имеет известный предел разложения в средних заводских условиях.

Например, в свежеприготовленном суперфосфате остается следующее количество нерастворимой P_2O_5 при фосфоритах разных месторождений:

Алжирский фосфорит . . .	0,7%	Каролинский фосфорит . . .	1,7%
Флоридский . . .	0,5—1,0%	Тенесси . . .	2,1%

Наши отечественные фосфориты, содержащие весьма много нежелательных примесей в виде Al_2O_3 , Fe_2O_3 и SiO_2 , а также отличающиеся сравнительно невысоким содержанием P_2O_5 (если не считать подольских фосфоритов), при разложении достаточным количеством серной кислоты содержат в свежеприготовленном суперфосфате 0,5—1,5% и до 2% нерастворимой P_2O_5 , но при лежании суперфосфата содержание нерастворимой P_2O_5 вследствие ретроградации нередко достигает до 4—5%.

Опыты показали, что вятский фосфорит (26,74% P_2O_5 и 4,55% полуторных окислов) дает суперфосфат с 14,4—14,7% усвояемой P_2O_5 , причем при правильном ведении процесса разложения процент разложения доходит до 93—98.

Вятский мытый фосфорит при разложении его серной кислотой дает энергичную реакцию с сильным вспениванием, причем суперфосфат получается пористый и быстро сохнущий. Из фосфорита с содержанием выше 25% P_2O_5 можно получить суперфосфат стандартного качества (14% P_2O_5), а фосфориты с 23,5—24,5% P_2O_5 могут дать суперфосфат с содержанием не ниже 12% усвояемой P_2O_5 .

В заводской практике процентное содержание усвояемой P_2O_5 и степень разложения обычно значительно ниже указанных возможностей, так как в большинстве случаев фосфорит бывает сильно загрязнен примесями (содержание полуторных окислов доходит до 8—10%), не всегда дается соответствующий размол и не вполне соблюдается правильное ведение процесса производства суперфосфата.

Большое процентное содержание полуторных окислов в вятском фосфорите ведет к понижению процентного содержания воднорастворимой P_2O_5 в суперфосфате, причем разложение до усвояемой формы составляет 80—85%.

Норма кислоты для разложения вятского фосфорита рассчитывается на $Ca_3(PO_4)_2$, $CaCO_3$ и $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, затем сверх стехиометрической нормы дается, обычно 5% избытка серной кислоты.

Егорьевские фосфориты при заводской переработке дают до 12—12,5% усвояемой P_2O_5 в суперфосфате; сказанное при описании вятских фосфоритов относительно влияния загрязненности фосфорита на понижение содержания воднорастворимой P_2O_5 целиком относится и к егорьевским фосфоритам.

Саратовские фосфориты сравнительно бедны по содержанию P_2O_5 , но благодаря незначительному содержанию полуторных окислов, а также большому количеству нерастворимого остатка, который в основном состоит из силикатов, не реагирующих с серной кислотой, эти фосфориты дают высокий процент разложения 80—85%.

Близок по своим свойствам актюбинский фосфорит, дающий суперфосфат с содержанием около 10% P_2O_5 . Норма серной кислоты для разложения саратовских и актюбинских фосфоритов рассчитывается на $Ca_3(PO_4)_2$, $CaCO_3$ и полуторные окислы и сверх этой нормы дается 10% избытка серной кислоты.

Уральские (пачкуно-липовские) фосфориты при высоком содержании P_2O_5 (в среднем около 30%) способны давать суперфосфат с содержанием усвояемой P_2O_5 около 11,5%, так как процент разложения их вследствие большой загрязненности очень низок.

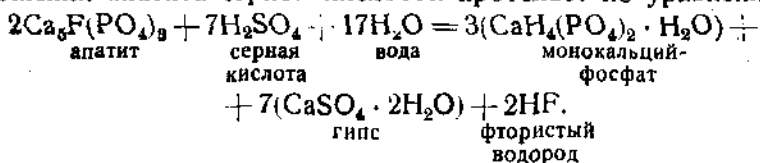
Единственно высококачественным среди фосфоритов нашего отечественного происхождения, не считая Хибинских апатитов, которые разобраны ниже, является подольский фосфорит, дающий суперфосфат с 14—17% усвояемой P_2O_5 , при коэффициенте разложения в условиях заводской работы 0,89—0,92.

Расчет количества серной кислоты для разложения апатита

Апатитовая руда по своим химическим и физическим свойствам значительно отличается от фосфоритов, поэтому и процесс разложения ее протекает несколько иначе.

Обычно на заводы поступает руда, содержащая 30—32% P_2O_5 . Некоторые заводы, например Невский, получают

с Хибиногорской обогатительной фабрики апатитовые концентраты с содержанием до 40% P_2O_5 . Основная реакция разложения апатита серной кислотой протекает по уравнению:



Подсчет количества серной кислоты на разложение апатита производится следующим образом:

Согласно приведенной реакции на 1 009 частей апатита расходуется 686 частей серной кислоты. 1 009 частей апатита содержат в себе 426 частей P_2O_5 . Следовательно, на разложение 1 части P_2O_5 в апатите требуется

$$686 : 426 = 1,61 \text{ части серной кислоты.}$$

Обычно в зависимости от количества (процента) P_2O_5 в апатите и количества примесей в нем указанная норма расхода серной кислоты повышается на 10—40%.

Аппаратура

Кислотные баки

Серная кислота из того места, где она хранится, подается с помощью насоса по трубам в оцинкованные ящики-хранилища суперфосфатного цеха. Размер ящика рассчитан таким образом, чтобы в него вмещалось количество кислоты, необходимое для замеса целой камеры.

Как и всякое сырье, поступающее в производство, серная кислота должна приниматься и расходоваться с точным учетом, а потому работникам, непосредственно обслуживающим кислотное хозяйство суперфосфатного завода, нужно хорошо изучить свойства серной кислоты и способы приемки и учета ее.

Обыкновенно приемку серной кислоты производят по забираемому ею объему. Для определения объема кислоты необходимо прежде всего знать размеры того хранилища, в котором находится кислота.

В случае если мы имеем прямоугольный ящик, объем его получается перемножением его длины, ширины и высоты. Пусть, например, мы имеем ящик для кислоты, имеющий внутренние размеры: длина 5 метров, ширина 2 метра, высота 2 метра, тогда объем его будет равен:

$$5 \cdot 2 \cdot 2 = 20 \text{ куб. метров.}$$

Если имеется кислотохранилище цилиндрической формы, то объем его вычисляется следующим образом: квадрат его диаметра умножают на 0,785, получается площадь сечения этого бака. Если теперь эту площадь помножить на высоту бака, то получим объем его. При вычислении объема все величины: диаметр и высоту, если мы имеем бак цилиндрической формы, длину, ширину и высоту, если имеем бак прямоугольной формы, нужно выражать в одних и тех же мерах длины. Если объем нам требуется получить в литрах, то все размеры выражают в дециметрах, если же объем нужно получить в кубических метрах, то длину, ширину и высоту обозначают в метрах.

Пусть, например, мы имеем бак цилиндрической формы, диаметр которого равен 2 метрам и высота — 2,5 метра. Тогда объем такого бака будет равен:

$$2 \cdot 2 \cdot 0,785 \cdot 2,5 = 7,85 \text{ куб. метра.}$$

По занимаемому кислотой объему можно высчитать ее вес. Для этого пользуемся табл. 6. В ней приведены удельный вес при 15°, крепость в градусах Боме и содержание 100%-ной кислоты в 100 частях кислоты различной крепости.

Таблица 6

Уд. вес при 15°	Градус. Боме	% содерж. H ₂ SO ₄	Уд. вес при 15°	Градус. Боме	% содерж. H ₂ SO ₄	Уд. вес при 15°	Градус. Боме	% содерж. H ₂ SO ₄
1,470	46,1	56,90	1,585	53,3	67,40	1,690	58,9	76,38
1,475	46,4	57,37	1,590	53,6	67,83	1,695	59,2	76,76
1,480	46,8	57,83	1,595	53,9	68,26	1,700	59,5	77,17
1,485	47,1	58,28	1,600	54,1	68,70	1,705	59,7	77,60
1,495	47,8	59,22	1,605	54,4	69,13	1,710	60,0	78,04
1,500	48,1	59,70	1,610	54,7	69,56	1,715	60,2	78,48
1,505	48,4	60,18	1,615	55,0	70,00	1,720	60,4	78,92
1,510	48,7	60,65	1,620	55,2	70,42			
1,515	49,0	61,12	1,625	55,5	70,85			
1,525	49,7	62,06	1,630	55,8	71,27			
1,530	50,0	62,53	1,635	56,0	71,70			
1,535	50,3	63,00	1,640	56,3	72,12			
1,540	50,6	63,43	1,645	56,6	72,55			
1,545	50,9	63,85	1,650	56,9	72,96			
1,550	51,2	64,26	1,655	57,1	73,40			
1,555	51,5	64,67	1,660	57,4	73,81			
1,560	51,8	65,20	1,665	57,7	74,24			
1,565	52,1	65,65	1,670	57,9	74,66			
1,570	52,4	66,09	1,675	58,2	75,08			
1,575	52,7	66,53	1,680	58,4	75,50			
1,580	53,0	66,95	1,685	58,7	75,94			

Таблица рассчитана на чистую кислоту, не содержащую примесей. Кроме того, определение крепости кислоты в производственных условиях производится в точностью до десятых долей градуса, т. е. менее точно, нежели это дано в таблице. Поэтому пользование таблицей в производственных условиях дает результат не совсем правильный, но практически вполне приемлемый.

Приведем пример пользования приведенной таблицей: возьмем тот же бак, объем которого мы только что высчитали. Пусть, например, в нем налита кислота слоем в 1,5 метра. Крепость кислоты равна 55° Боме, температура ее 15° . Требуется вычислить вес кислоты. Площадь бака будет равна $2 \cdot 2 \cdot 0,785$ кв. метров. Чтобы получить ее объем, умножаем эту площадь на высоту слоя кислоты:

$$2 \cdot 2 \cdot 0,785 \cdot 1,5 = 4,710 \text{ куб. метра.}$$

По таблице находим, что при крепости 55° Боме удельный вес кислоты равен 1,615, т. е. 1 куб. метр весит 1,615 тонны. Мы имеем 4,710 куб. метра; для того чтобы получить вес этого количества кислоты, умножим 1,615 на 4,710:

$$1,615 \cdot 4,710 = 7,607 \text{ тонны.}$$

Все расчеты количества серной кислоты принято выражать в 100%-ной серной кислоте, или, как говорят, в моногидрате.

Высчитаем, сколько в имеющихся у нас 7,607 тонны кислоты крепостью 55° Боме содержится моногидрата (100%-ной кислоты). По той же таблице против 55° Боме находим, что при этой крепости в 100 весовых частях кислоты находится 70% моногидрата (100%-ной кислоты).

Сколько же 100%-ной кислоты находится в имеющихся у нас 7,607 тонны:

В 100 частях нашей кислоты содержится 70 частей моногидрата, а в имеющемся количестве кислоты, т. е. в 7,607 тонны содержится искомое количество моногидрата, которое мы обозначим через А:

$$\begin{array}{r} 100 - 70, \\ 7,607 - А, \end{array}$$

откуда

$$А = \frac{7,607 \cdot 70}{100} = 5,320 \text{ тонны моногидрата.}$$

Итак, взятый нами объем 4,710 куб. метра кислоты, крепостью 55° Боме при 15° весит 7,607 тонн и содержит 5,320 тонны моногидрата.

Здесь мы взяли случай, когда кислота имеет температуру 15°. Но в заводской практике кислота может быть при различной температуре, а чем выше температура кислоты, тем меньше ее удельный вес. Это значит, что с повышением температуры объем кислоты увеличивается, значит, уменьшается ее удельный вес. Следовательно, если мы имеем иную температуру чем 15°, то в вышеприведенную таблицу нужно внести поправки, для того чтобы узнать удельный вес кислоты при 15°. Поправки на температуру указаны в табл. 7.

Таблица 7

Изменения уд. веса для 1° С	При удельном весе		Изменения в °Боме для 1° С	При плотности в °Боме	
	от	до		от	до
0,0006	1,000	1,170	0,07	0	30
0,0007	1,170	1,450	0,06	30	45
0,0008	1,450	1,580	0,05	45	65
0,0009	1,580	1,750	0,04	65	66
0,0010	1,750	1,820			
0,0008	1,820	1,840			

Пользование этой таблицей поясним на примере.

Пусть мы имеем тот же объем кислоты — 4,710 куб. метра крепостью 55° Боме, но при температуре не 15°, как мы брали для вышеприведенного примера, а 45°. Требуется узнать ее вес и содержание моногидрата.

Находим разницу в градусах, на которые данная температура отличается от 15°; $45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$.

По таблице находим, что для 30° поправка равна 0,05° Боме на каждый градус температуры. На 30° разница будет $0,05 \cdot 30 = 1,5^\circ$ Боме. Эту поправку нужно прибавить к крепости нашей кислоты¹.

$$55^\circ + 1,5^\circ = 56,5^\circ \text{ Боме.}$$

Полученная цифра означает, что кислота крепостью 55° Боме при температуре 45° соответствует кислоте крепостью 56,5° Боме при температуре 15°.

Вес находим по табл. 6, как уже было указано:

$$1,655 \cdot 4,710 = 7,795 \text{ тонны.}$$

Содержание моногидрата:

$$A = \frac{7,795 \cdot 73,40}{100} = 5,721 \text{ тонны.}$$

¹ Если температура кислоты ниже 15°, то поправку нужно вычитать.

В приведенной в конце книги таблице (см. приложения) для упрощения подсчета представлено сравнение удельных весов и крепости серной кислоты при различных температурах.

Серная кислота поступает в цех с несколько большей крепостью, чем нужно; различные же сорта сырья требуют для своего разложения не только разных количеств кислоты, но и разной крепости ее. Так например, для разложения фосфоритов требуется кислота крепостью около 52° Боме, для апатитов нужна кислота $47-48^{\circ}$ Боме. Для получения суперфосфата требуется кислота определенной концентрации, в зависимости от качества фосфоритной муки. В цех же поступает кислота различной крепости, поэтому, прежде чем пустить кислоту на разложение фосфоритной муки, подвергают ее рассиропке водой до нужной концентрации. Рассиропку производят при перемешивании мешалками или сжатым воздухом, причем последний способ наиболее простой и удобный.

По дну бака на кислотоупорных подставках положена свинцовая труба небольшого диаметра, изогнутая по форме бака. По длине трубы на небольшом расстоянии друг от друга просверлен ряд отверстий. Труба через запорный вентиль сообщается с общим воздухопроводом. При необходимости перемешать кислоту открывают вентиль, сжатый воздух поступает в трубу и, проходя через отверстия, пробулькивает через толщу кислоты, тщательно перемешивая ее.

В цехе, имеющем несколько камер вызревания, когда требуется большое количество кислоты, не ограничиваются установкой одного кислотного бака, а устанавливают несколько баков с тем, чтобы из одних можно было расходовать приготовленную кислоту, а в другие в это время принимать кислоту и сиропить ее до нужной концентрации.

Все эти баки соединяются между собой кислотопроводами с тем расчетом, чтобы можно было производить питание любого мерника из любого бака и, кроме того, передавать кислоту из одного бака в другой.

На рис. 47 изображаются схемы установки кислотохранилищ и соединения их с кислотными мерниками.

Мерники для кислоты

Серная кислота, установленная в кислотных сборниках на нужную крепость по градусам Боме, по свинцовому трубопроводу самотеком поступает в мерники, служащие для питания котла Лоренца серной кислотой.

Мерник для кислоты (рис. 48) представляет собой деревянный ящик, выложенный внутри рольным свинцом и обычно разделенный перегородкой на два равных по объему отделения. Разделение мерника на две части производится с тем расчетом, чтобы во время замеса вагона одно отделение заполнялось кислотой, в то время как из другого кислота выливается на замес в котел Лоренца.

Емкость каждого отделения мерника делается одинаковой, равной 200—300 литрам и более. Наполнение мерников кислотой производится при помощи керамиковых кранов, расположенных над мерником и соединенных со свин-



Рис. 47. Схема установки кислотных баков.

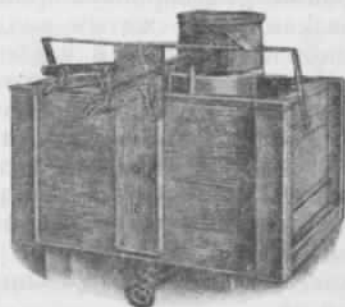


Рис. 48. Мерник для кислоты.

цовой трубой, подающей кислоту из бака. Иногда устраиваются краны над каждым отделением мерника, но в большинстве случаев на оба отделения ставится один кран, который устроен таким образом, что струю вытекающей из него кислоты можно по мере надобности направлять в одно или другое отделение мерника.

Выпуск кислоты в котел Лоренца производится при помощи спускания клапанов, имеющих в каждом отделении мерника.

Спускной клапан мерника является ответственной частью мерника и должен всегда содержаться в строгом порядке, так как малейшая неисправность его вызывает утечку кислоты, которая, попадая в вагон Бескова во время замешивания суперфосфата, всегда портит готовый продукт; кроме того, бесполезная потеря кислоты удорожает суперфосфат.

Весы служат для отвешивания фосфоритной муки на одну загрузку котла Лоренца и в основном состоят из неравноплечего коромысла, на длинном плече которого подвешена площадка для гирь, а на коротком плече свободно подвешен сосуд цилиндрической или иной формы вместимостью около 1 тонны фосфоритной муки.

В верхней и нижней частях сосуда имеются специальные клапаны для наполнения весов фосфоритной мукой и выпуска последней в котел Лоренца.

На заводах СССР применяются два типа весов: Рема и Грюбера. Принципиальное различие между ними состоит в том, что на весах Грюбера взвешивание производится вручную, т. е. открывание и закрывание верхнего и нижнего клапанов производит рабочий, обслуживающий весы (мешальщик), а весы системы Рема — полуавтоматические, так как верхний клапан весов автоматически закрывается и прекращает доступ муки по наполнении цилиндра мукой до необходимого веса.

Весы Рема. Весы Рема (рис. 49) состоят из неравноплечего коромысла 1, на длинном плече которого подвешена площадка для гирь 3, а на коротком плече свободно висит на призмах цилиндр 2 вместимостью около 1 тонны фосфоритной муки. Коромысло опирается призмами на массивную чугунную колонку 4. Впускной механизм весов состоит из двухплечего рычага 9, на одной стороне которого подвешен груз 8 и расположен шибер 10, на другом конце рычага находится тяга 6, которая пружиной 13 притягивается на щеколде, помещенной на коромысле весов. Шибер 10 входит в течку 5, прикрепленную к шнековому корыту.

Выпускной механизм весов находится в цилиндре 2 и является составной его частью. Это — двухстворчатый клапан, каждая половина которого сидит на своем валике. Оба валика сцеплены между собой с одной стороны парой шестеренок, причем на одном валике насажен рычаг с противогрузом 11.

Работа на этих весах производится следующим образом: Шибер 10 вручную поднимается вместе с рычагом, а тяга на другом конце одновременно зацепляется за щеколду. В это время начинается загрузка цилиндра мукой из шнека по течке 5.

По достижении необходимого веса коромысло перевешивает и щеколда автоматически отводится. Груз шибер-

ного рычага тянет последний вниз, шибер автоматически закрывается и тем самым прекращает доступ муки в цилиндр. Для загрузки цилиндра рычагом 11 открывается нижний клапан и мука высыпается в котел Лоренца, после чего начинается следующая загрузка.

Обладая рядом достоинств в виде быстрой разгрузки и автоматического прекращения доступа муки в весы после того как навеска достигла нужной величины, эти весы

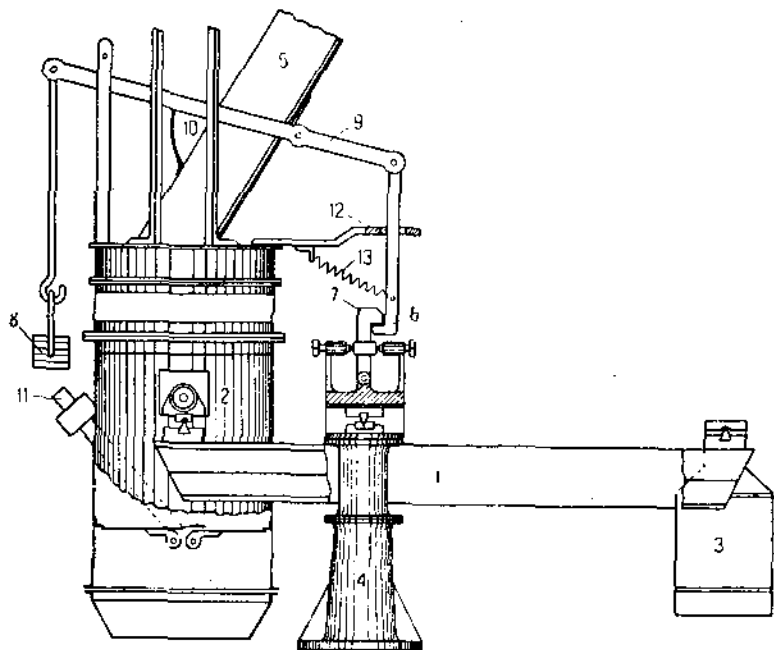


Рис. 49. Весы Рема.

имеют и крупные недостатки. Наиболее существенный недостаток их заключается в том, что шибер 10 сам открываться не может, и для того чтобы подготовить весы к отвешиванию новой порции муки, рабочий должен, преодолевая тяжесть противовеса, завести тягу б за держатель 7.

Другой недостаток весов состоит в том, что для прекращения подачи муки в весы необходимо, чтобы навеска муки несколько превышала вес гирь. В противном случае отклонения коромысла в сторону сосуда с мукой не будет,

зацепка не соскочит с держателя, и заслонка останется открытой.

Если принять во внимание, что всякие весы со временем постепенно теряют свою чувствительность, этот перевес может оказаться довольно значительным и отрицательно повлиять на качество суперфосфата.

В некоторых случаях этот перевес доходит до 10 килограммов на каждое взвешивание, что, конечно, недопустимо. Основные причины неточного взвешивания — отсутствие нормального ухода за весами и плохое регулирование их.

Перевес против установленного количества происходит потому, что при наклоне коромысла держатель увлекает за собой тягу, и лишь при значительном отклонении коромысла, когда перевес достигает уже значительной величины, тяга соскакивает с держателя и доступ муки в цилиндр прекращается. Происходит это обычно в том случае, когда держатель и рычаг зацепки установлены не строго горизонтально. Поэтому особенно важно хорошо отрегулировать весы.

Для этого необходимо:

1) установить упорную планку 12, через прорез которой проходит рычаг зацепки таким образом, чтобы не дать возможности держателю при отклонении коромысла увлечь за собой зацепку;

2) заботиться об исправности пружины 13, прижимающей зацепку к держателю;

3) установить держатель и рычаг зацепки строго вертикально.

В большинстве случаев основные правила регулирования весов не соблюдаются. В таком случае, естественно, нельзя получить точного взвешивания. Многие из заводских работников, не умея или не желая отрегулировать весы, стремятся объяснить неточность взвешивания несовершенной конструкцией весов. Но дело не в конструкции весов, а в ненормальном уходе за ними. Нормально отрегулированные весы при навеске в 500 килограммов редко дают ошибку больше, чем в 2—3 килограмма.

Весы Грюбера. Второй тип употребляемых у нас весов — это весы Грюбера (рис. 50). В основном они устроены так же, как и вышеописанные весы, и состоят из коромысла, по концам которого расположены площадка для гирь и сосуд для муки. Различие между ними заключается в том, что у весов Грюбера заслонка от жолоба, подающего муку в весы, представляет собой клапан, который посредством

рычага может открывать или закрывать доступ муки в весы. Рычаг не является составной частью весов и не связан с их работой. Нижний клапан для выпуска муки из весов также устроен несколько иначе и представляет собою конус, обращенный острием внутрь весов. Открывается он, как и в предыдущем случае, поворотом рычага. Правда, такое устройство нижнего клапана значительно удлиняет разгрузку весов, но это является достоинством в тех случаях, когда мука из весов подается не в приемник, а непосредственно в смесительный аппарат, куда мука должна подаваться постепенно, по мере подачи в аппарат кислоты.

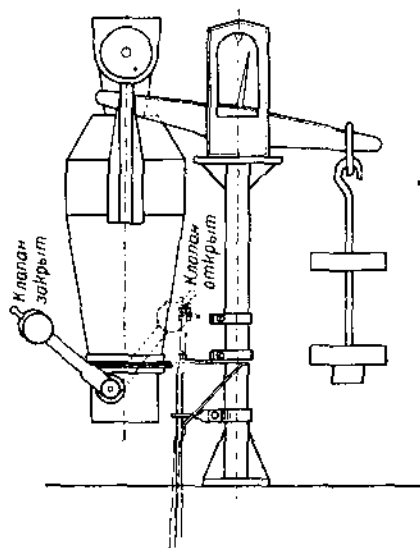


Рис. 50. Весы Грюбера.

Работа на этих весах производится следующим образом: рабочий поворотом рычага открывает верхний клапан, давая этим доступ муки в цилиндр весов, и закрывает его, как только сосуд заполняется мукой до нужного веса. Нижний (выпускной) клапан в это время закрыт. Одновременно с пуском кислоты из мерника рабочий открывает выпускной клапан, и мука сыпается в котел Лоренца. По выпуске всей муки из весов нижний клапан закрывается, а верхний открывается, и весы снова начинают наполняться мукой.

Правильное отвешивание муки — одно из основных условий нормального ведения процесса варки суперфосфата, а потому за весами должен вестись тщательный уход. Систематически, не реже двух раз в месяц, должна быть проверена точность показаний весов, для чего абсолютный вес навески муки должен быть проверен на точных десятичных весах.

Гири, которые употребляются для мучных весов, также должны проверяться путем взвешивания их на десятичных весах. Кроме того, перед каждой операцией варки суперфосфата необходимо проверить равновесие весов снятием гирь при пустом цилиндре, а также их равновесие при наполненном цилиндре.

Котел Лоренца

Из аппаратов, применяемых для перемешивания смеси фосфоритной муки с серной кислотой, наиболее распространен на заводах СССР котел Лоренца.

Котел Лоренца (рис. 51) представляет собой чугунный толстостенный котел, цельный, литой из кислотоупорного чугуна. Снаружи котел имеет приливы для укрепления его в верхнем своде камеры. Снизу котел оканчивается горловиной для выпуска смеси. Выпускное отверстие котла закрывается и открывается при помощи откидного клапана с противогрузом. Открывание клапана во время работы производится при помощи рычагов, которые выведены вверх таким образом, чтобы рабочий, обслуживающий котел Лоренца, мог свободно управлять ими при работе.

Для более плотного прилегания клапана к краям выпускного отверстия котла применяется прокладка — свинцовая, в случае если клапан имеет сферическую форму, и резиновая, если клапан имеет плоскую форму. Плотное прилегание клапанов служит залогом хорошего качества суперфосфата, так как если клапан вследствие загрязнения или по другим причинам прилегает неплотно, то во время перемешивания в котле кислота может протекать через клапан и, попав в камеру, может размыть суперфосфат, оставленный в углах камеры для герметизации. При большой утечке кислоты сквозь клапан, особенно в том случае если камера плохо заправлена, суперфосфатная масса может даже потечь из камеры. Если к тому же протекают мерники, то из камеры потечет кислота. Помимо описанных последствий, вызванных неплотным прилеганием клапана, неизбежно плохое перемешивание массы в котле Лоренца.

Основная задача котла — перемешивать муку и кислоту и хорошо перемешанную массу передать в камеру разложения. В крышке котла укреплен вертикальный вал, на котором посажены две или три пары лопастей для перемешивания, причем эти лопасти обычно изогнуты под некоторым углом. Делается это для того, чтобы придать перемешиваемой массе. Поэтому котел Лоренца снабжен механической мешал-

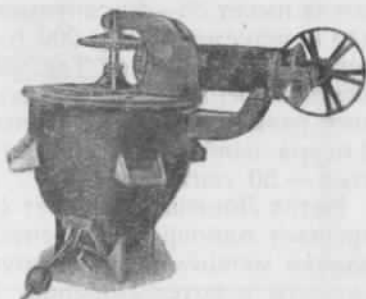


Рис. 51. Котел Лоренца
(общий вид).

массе движение вверх и этим несколько ослабить давление массы на выпускной клапан. Вращение этой мешалки передается при помощи привода, расположенного над котлом. Скорость вращения вала мешалки около 60 оборотов в минуту.

Емкость котла Лоренца делается в зависимости от емкости обслуживаемой им камеры разложения. Так например, для камеры Бескова емкостью в 50—60 тонн котел Лоренца имеет следующие размеры: диаметр 1,2 метра, глубина 1,6 метра, полезный объем 1,4 куб. метра. Выпускное отверстие котла имеет 35—40 сантиметров в диаметре. Котлы Лоренца для камер емкостью в 200 тонн суперфосфата имеют размеры несколько большие. Так например, котлы Лоренца, изготовленные бердичевским заводом «Прогресс», имеют следующие размеры: высота от выпускного клапана до крышки — 2 метра, наибольший диаметр — 1,39 метра, выпускное отверстие — 30 сантиметров.

Котел Лоренца работает следующим образом: рабочий открывает одновременно спускной клапан мерника и нижний клапан мучных весов и вручную регулирует выпуск муки и кислоты в котел Лоренца. После того как кислота из мерника и мука из весов спущены в котел, перемешивание спущенных материалов продолжается не меньше полминуты, затем клапан открывают и выпускают смесь в камеру. Мешалка вращается непрерывно. По окончании одной операции клапан закрывают и вновь начинают спуск муки и кислоты в котел Лоренца для следующей загрузки.

Время перемешивания смеси зависит от качества разлагаемого фосфорита, причем заводская практика установила среднее время перемешивания около 1 минуты. Время заполнения одного котла мукой и кислотой при емкости котла 1 500—2 000 литров и емкости кислотного мерника 300—400 литров составляет 25—35 секунд, и выпуск смеси не более 15—25 секунд. Таким образом на заполнение, перемешивание и выгрузку одного котла Лоренца требуется около 1½—2 минут.

Количество таких замесов для загрузки камеры Бескова зависит от емкости последней. Так например, при 400-литровом мернике при крепости кислоты в 50° Боме, вес кислоты согласно табл. 6 составит $1,530 \cdot 400 = 612$ килограммов, или, соответственно при навеске муки в 612 килограммов (при соотношении муки и кислоты 50° Боме 1 : 1), с одного котла получается, при коэффициенте выхода 1,7:

$$612 \cdot 1,7 = 1\,040 \text{ килограммов суперфосфата}$$

или для загрузки 200-тонной камеры Бескова потребуется
 $200\,000 : 1\,040 = 192$ замеса.

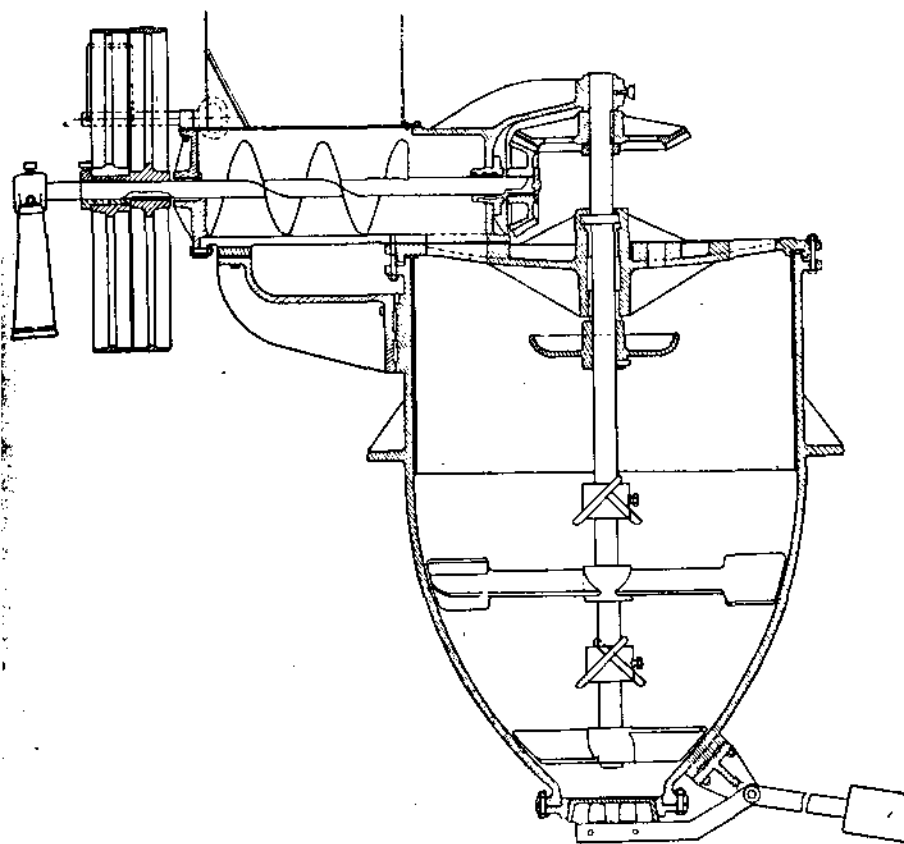


Рис. 52. Котел Лоренца (в разрезе).

Считая затрату времени по 2 минуты на замес, на загрузку такой камеры при одном котле Лоренца потребуется

$$\frac{2 \cdot 192}{60} = 6 \text{ час. } 24 \text{ мин.}$$

Камеры большой емкости устанавливаются обычно с двумя котлами Лоренца, а потому время загрузки соответственно сокращается.

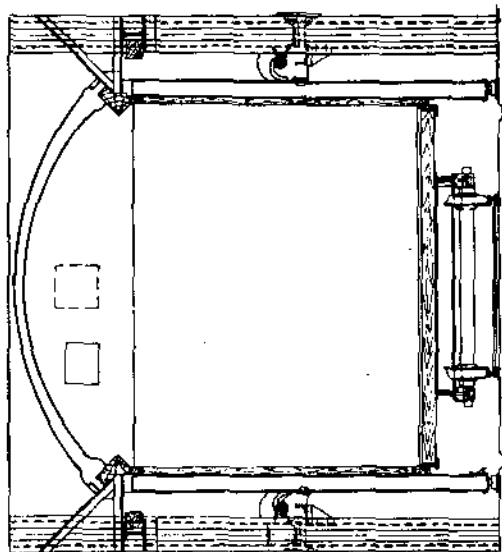
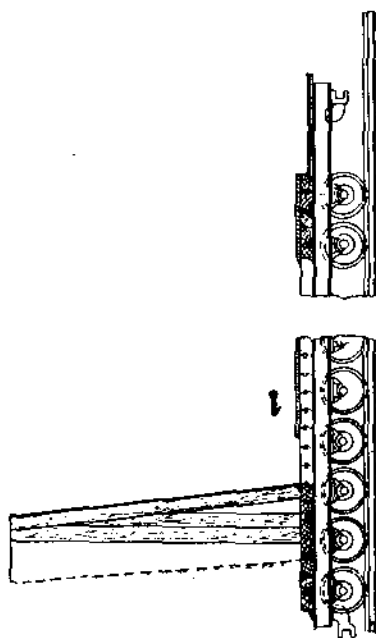


Рис. 53. Разрез железобетонной камеры Бескова большой мощности.

Как видно из описанного способа работы, регулировка подачи муки в значительной степени зависит от опытности рабочего, а при ручной регулировке равномерную подачу муки осуществить довольно трудно. Из соображений более правильного смешивания муки с кислотой за последнее время устанавливаются котлы Лоренца с механическими винтовыми питателями.

Котел с таким приспособлением показан на рис. 52. В этом случае мука из весов поступает не непосредственно в котел, а подается в приемник, расположенный под весами. Приемник подает муку в винтовой питатель, который равномерно проталкивает ее в котел. То же самое и в отношении кислоты. Кислоту выгоднее подавать тонкой и широкой струей, так как это обеспечивает лучшее перемешивание. По этим соображениям кислоту подают не непосредственно из трубы, сообщающейся с мерником, а заставляют ее протекать по так называемому поддоннику.

Поддонник укрепляется на валу мешалки над лопастями и представляет собой диск с углублением. Кислота из мерника поступает по трубе в углубление поддонника, заполняет его и переливается через края широкой и тонкой струей.

Камеры созревания

Процесс созревания суперфосфата производят в специальных камерах различных систем.

На заводах СССР применяются камеры системы Бескова и системы Венка, причем камера Бескова имеет более широкое применение вследствие большего удобства в обслуживании ее и более простого способа выгрузки.

Камера Бескова. Камера Бескова (рис. 53 и 54) — разборная и устроена следующим образом:

Пол камеры представляет собой деревянную площадку, установленную на нескольких (15—30) двухколесных осях, которые могут передвигаться по рельсам, причем для облегчения хода груженой площадки рельсы имеют некоторый уклон.

На задней части площадки укреплена задняя стенка камеры и так называемый козырек, имеющий вогнутую форму. Козырек делается железным, причем высота его соответствует высоте боковых стенок и дверей.

Потолок камеры в большинстве случаев делается железобетонным и имеет форму свода, в который заделывается один или два котла Лоренца, в зависимости от размера ка-

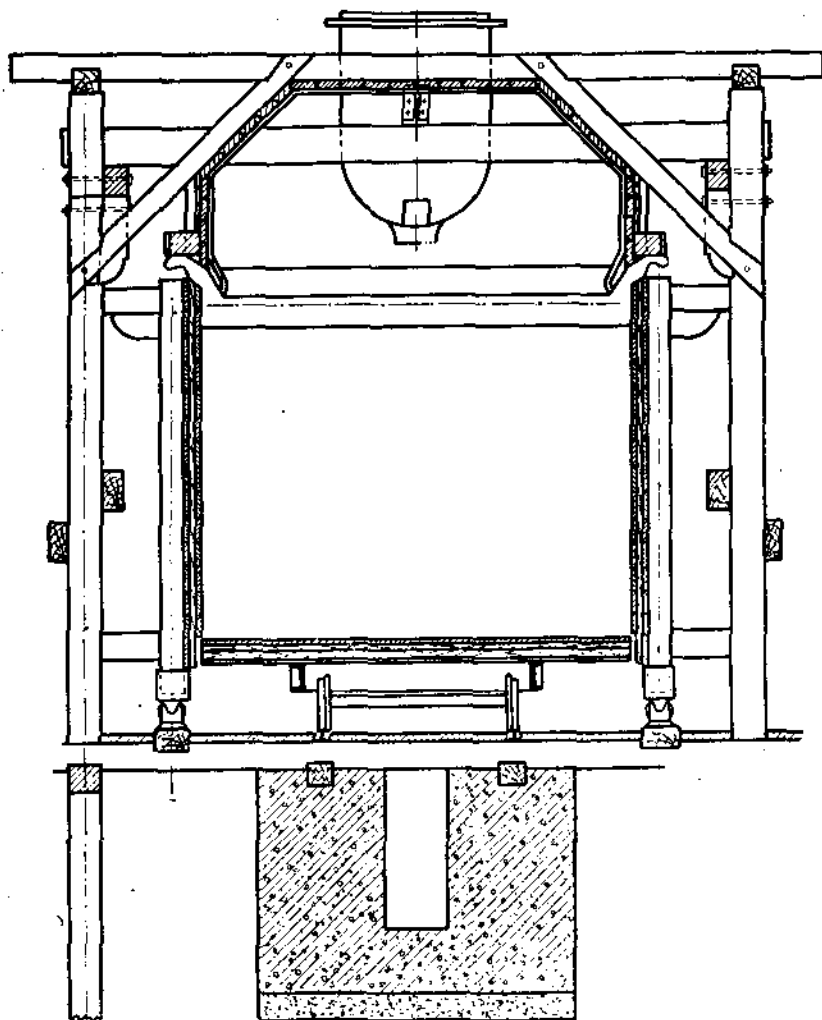


Рис. 54. Разрез деревянной камеры Бескова малой мощности.

меры Бескова. В задней или боковой стенке свода имеется отверстие, соединенное с фтористоводородной установкой, для удаления образующихся во время варки суперфосфата газов и паров.

Кроме этого отверстия имеется люк (лаз) для осмотра внутренней части камеры во время загрузки и созревания. Этим же люком пользуются для выхода из камеры после ее герметизации.

Боковые стенки камеры делаются или деревянными, обычно из трех слоев досок, с двумя толстыми прокладками, или железобетонными. На вновь строящихся суперфосфатных заводах в СССР применяются преимущественно железобетонные стенки. Каркасы таких стенок делаются из двухтавровых балок и швеллеров.

В нижней своей части стенки камеры Бескова имеют пяты, которые посажены в соответствующие подпятники и, таким образом, стенки могут поворачиваться на некоторый угол, откидываться при открывании камеры и прижиматься

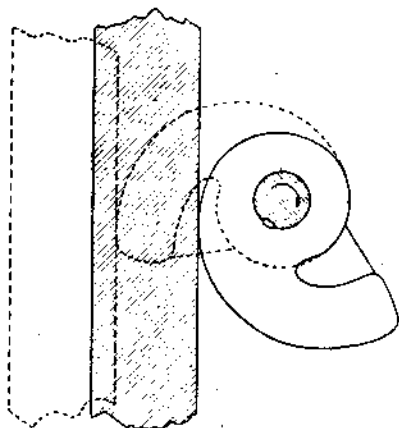


Рис. 55. Устройство прижимного кулачка.

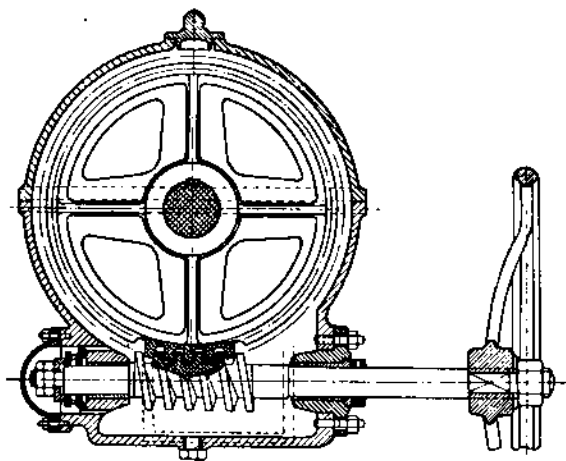


Рис. 56. Механизм червячной передачи.

при ее герметизации. Прижимание и откидывание стенок производится при помощи привальных приспособлений, имеющих различное устройство.

Наиболее часто для этой цели применяется следующее приспособление: на длинном валу, расположенном вдоль камеры с наружной стороны ее, насажен ряд кулачков, имеющих форму, изображенную на рис. 55.

Вал вместе с насаженными на него кулачками приводится во вращение посредством червячной передачи (рис. 56). Кулачки при этом с силой нажимают на стенки камеры и заставляют их плотно прижиматься к платформе и укрепленной на ней задней стенке камеры.

Обратное откидывание стенок производится путем обратного вращения маховика, приводящего в движение червячную передачу. При этом боковые стенки освобождаются от

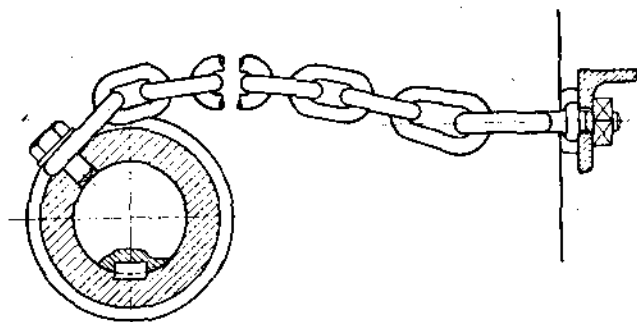


Рис. 57. Цепочка для отвода боковой стенки.

нажима кулачков, а сам отвод стенки в сторону осуществляется посредством специальных коротких цепочек, соединенных одним концом с валом прижимного механизма, а другим — со стенкой камеры (рис. 57).

Передняя стенка двухстворчатая и служит дверью. Прижимание ее производится или специальным замком, или же двухтавровыми балками (или рельсами), которые привертываются прижимными болтами.

Внутри и снаружи камеру обмазывают смолой для предохранения стенок от разъедания кислотой.

Наблюдение за работой камер Бескова заключается в периодическом их осмотре и определении изнашиваемости стенок, площадки, запоров и пр., а также в весьма тщательной очистке рельс и пространства под вагоном после каждой операции и проверке и смазке букс.

Подтягивание платформы с лежащей на ней глыбой суперфосфата к выгрузочной машине производится лебедкой, с которой платформа связана стальным троссом. Схемы присоединения тросса к платформе показаны на рис. 58 и 59.

Лебедка, подтягивающая платформу, рассчитана на три скорости: подтягивание вагона к разгрузочной машине производится на средней скорости, при выгрузке суперфосфата скорость уменьшается, а обратная закатка пустой платформы производится, наоборот, при увеличенной скорости.

Выгрузка суперфосфата с платформы камеры производится специальной машиной.

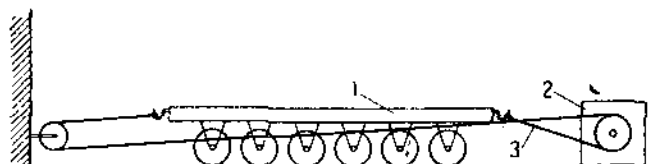


Рис. 53. Схема присоединения троса для камер малой мощности.

1—платформа, 2—лебедка, 3—трос.

Эта машина (рис. 60 и 61), устроенная наподобие карусели (почему и носит такое название), служит для выгрузки суперфосфата из вагона Бескова и в основном устроена следующим образом. На вертикальном валу, нижняя часть которого укреплена в подпятнике, подвешены при помощи спиц и тяг два обода. К ободам на равном расстоянии друг от друга по длине их окружности вертикально прикреплены

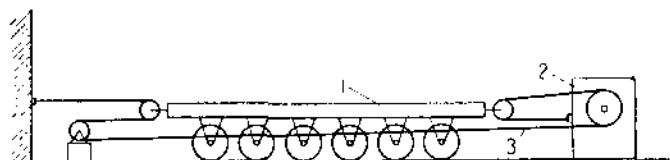


Рис. 59. Схема присоединения троса для камер большой мощности.

1—платформа, 2—лебедка, 3—трос.

6—8 желобов (крыльев). По высоте этих желобов закреплен ряд ножей, обычно 3—4 на каждый желоб, причем в самом низу каждого желоба на одной высоте закреплено по одному ножу, а остальные ножи расположены в шахматном порядке таким образом, что каждый нож срезает свою полосу.

Размеры ножей выбираются с таким расчетом, чтобы ширина всех ножей в сумме соответствовала высоте желоба, а кроме того, чтобы они перекрывали друг друга по вертикали не меньше чем на 5 миллиметров.

Вал карусели приводится в движение при помощи зубчатой или червячной передачи от мотора и имеет скорость 5 оборотов в минуту. Нормальная окружная скорость карусели — $1\frac{1}{2}$ —2 сантиметра в секунду. Карусель, вращаясь, срезает слой за слоем с надвигающейся на нее глыбы суперфосфата. Вырезанный суперфосфат сваливается на платформу

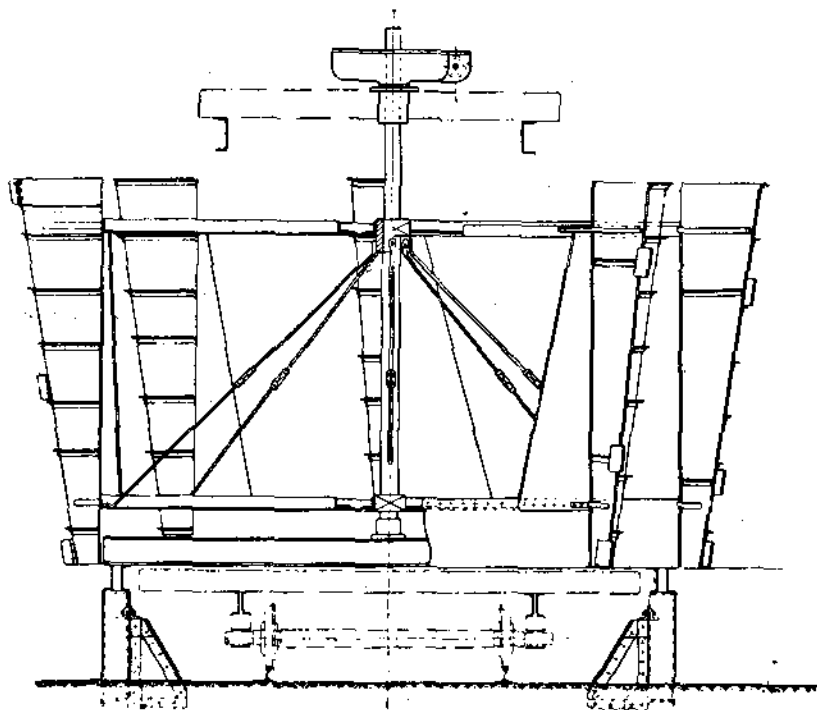


Рис. 60. Карусель (вид сбоку).

форму вагона и жолобами сбрасывается в бункер, откуда при помощи транспортных приспособлений передается на склад.

Время, потребное для вырезки одного вагона суперфосфата, можно высчитать следующим образом: предположим, что мы имеем камеру, емкостью в 200 тонн суперфосфата. Длина платформы 15 метров; число оборотов карусели в минуту 5. Скорость подачи груженой платформы 1 миллиметр в секунду и, следовательно, толщина срезаемого слоя за один оборот карусели 12 миллиметров.

При длине платформы 15 метров вырезке подлежит глыба длиной 14,5 метра, считая, что 0,5 метра оставляется у козырька в виде мертвого слоя для герметизации.

За один оборот карусель вырезает слой суперфосфата толщиной 12 миллиметров, следовательно, масса в 14 500

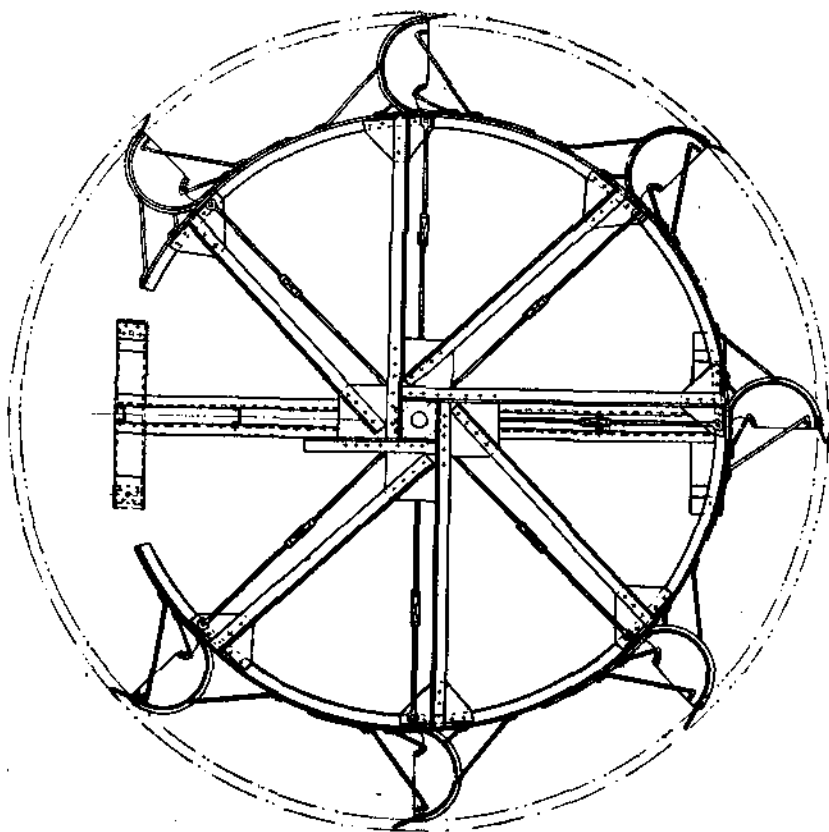


Рис. 61. Карусель (план).

миллиметров может быть вырезана за $14\,500 : 12 = 1\,210$ оборотов, которые потребуют времени, считая заданное условие 5 оборотов в минуту,

$$1210 : 5 = 242 \text{ минуты или } 4 \text{ часа } 2 \text{ мин.}$$

Карусель в работе является надежной машиной, не требующей особо сложного обслуживания. При ежедневных осмо-

трах карусели следует обращать внимание на изнашиваемость ножей и своевременную их замену, а также на состояние приводных механизмов.

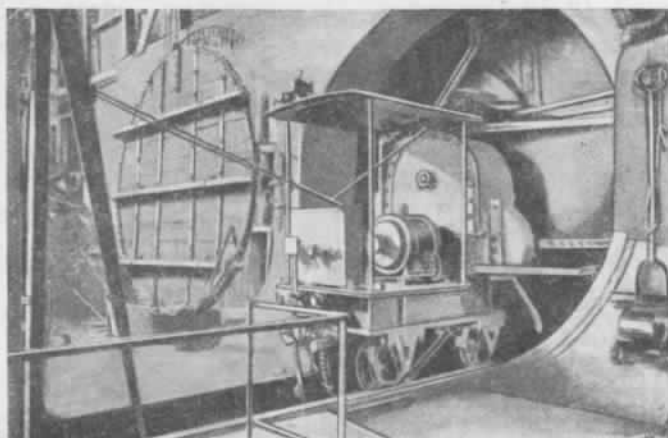


Рис. 62. Камера*Венка (вид спереди).

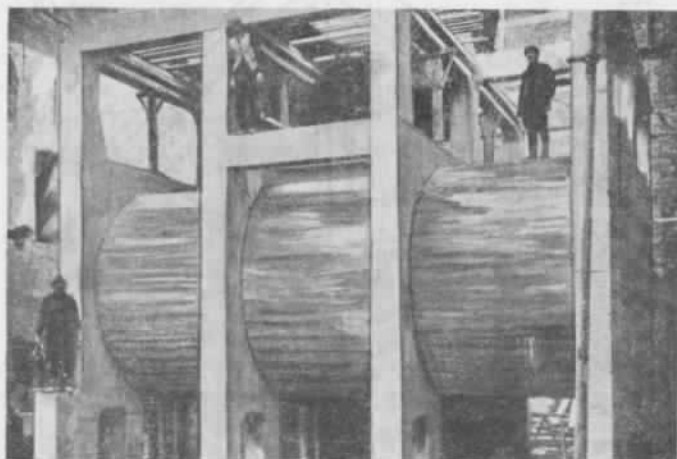


Рис. 63. Камера Венка (вид сбоку).

Камера Венка. Камеры Венка (рис. 62 и 63), довольно распространенные во Франции, установлены и у нас на некоторых суперфосфатных заводах.

Такая камера состоит из горизонтально расположенного цилиндра из железобетона или кирпича, цементированного внутри или выложенного слоем кислотоупорного кирпича. Задняя стенка камеры наглухо соединена с цилиндром. Переднюю стенку камеры составляет деревянный щит, цементированный со стороны, обращенной внутрь камеры. Щит плотно прижимается к камере посредством рельсового крепления. Рельсы или балки, прижимающие щит, прикрепляются к обмуровке камеры упорными болтами.

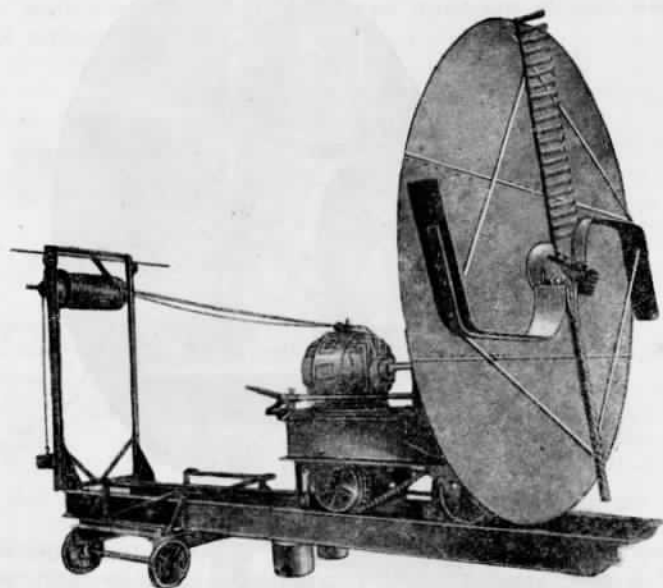


Рис. 64. Аппарат Венка.

При необходимости открыть камеру щит посредством блоков и лебедки поднимается вверх или отодвигается в сторону. В последнем случае щит снабжается роликами и передвигается по рельсам. Снизу под камерой (вдоль ее) находится бетонированная траншея, в которой расположена транспортерная лента для удаления выгруженного из камеры суперфосфата.

Котел Лоренца расположен сверху с таким расчетом, чтобы нижняя часть его не выдавалась внутрь камеры.

Для удаления образующихся при разложении фосфорита газов камера имеет сверху специальное отверстие, сообщаемое с газоходом.

Перед загрузкой камера предварительно заправляется. Заправка состоит в том, что траншею под камерой закладывают короткими, поперечно расположенными досками и затаптывается суперфосфатом. Затем переднюю стенку (щит) плотно прижимают к камере. В таком виде плотно закрытая камера готова к загрузке. После того как суперфосфат созрел, камеру открывают, щит отводят вверх или в сто-

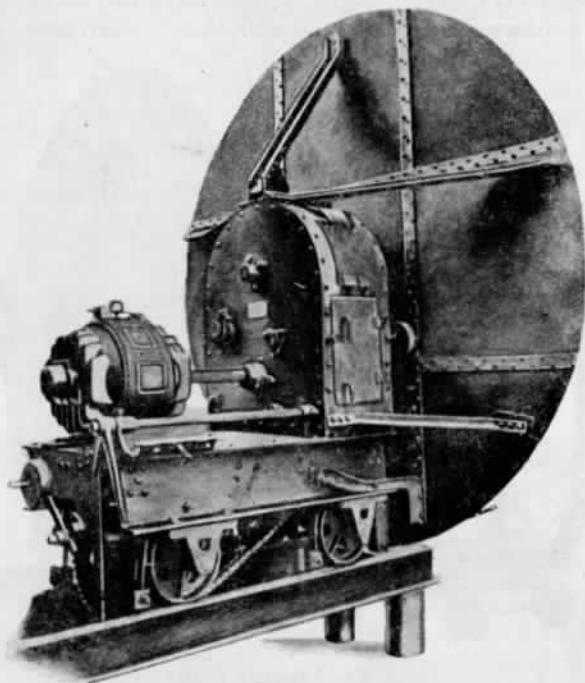


Рис. 65. Аппарат Венка.

рону, вынимают доски, закрывающие траншею. Камера готова к выгрузке. В качестве режущей машины для выгрузки суперфосфата употребляется аппарат Венка. Аппарат Венка (рис. 64 и 65) установлен на небольшой площадке, передвигающейся по рельсам. На площадке расположен электромотор, передающий посредством ряда зубчаток движения режущему приспособлению, а также и скатам, на которые опирается площадка аппарата. Режущая часть отделена от остальных частей аппарата большим круглым щитом, по своим размерам соответствующим диаметру камеры. Таким

образом режущее приспособление находится по одну сторону щита, а все остальные части аппарата — по другую сторону его. Щит предохраняет мотор и зубчатки от зава-ливания вырезанным суперфосфатом.

Режущая часть аппарата состоит из четырех крыльев, на-саженных на горизонтальный вал. Крылья эти снабжены значительным количеством ножей, которые и вырезают су-перфосфат.

Внутри камеры аппарат Венка движется по рельсам, при-чем в зависимости от надобности аппарат может передви-гаться вперед и назад.

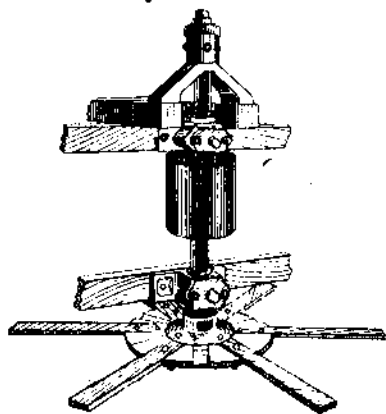


Рис. 66. Шабмашина.

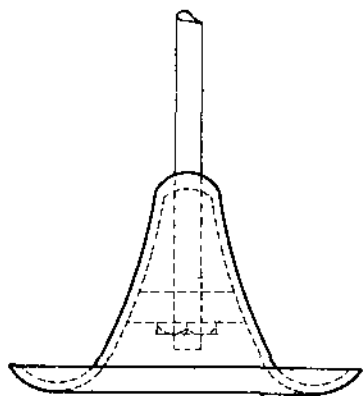


Рис. 67. Разбрасывающий колокол.

Обычно один аппарат Венка обслуживает две рядом рас-положенные камеры. Для этого аппарат по рельсам, распо-ложенным на площадке перед камерами, может передви-гаться от одной камеры к другой. Для удобства создают следующий режим работы камер: в то время как одна ка-мера загружается, другая выгружается. Такой режим дает возможность полнее использовать аппарат.

Выше мы уже указывали, что при хранении суперфосфата на складе часть фосфорной кислоты подвергается ретрогра-дации. Установлено, что ретроградация проходит более интенсивно, когда суперфосфат поступает на склад горячим, влажным и в больших кусках. Поэтому суперфосфат пе-ред подачей на склад подвергается измельчению, попутно при этом охлаждаясь и выделяя избыточную влагу.

Для измельчения суперфосфата употребляются так назы-ваемые шабмашины. Шабмашина (рис. 66) состоит из ди-ска, к которому радиально прикреплены стальные планки.

Диск укреплен на валу и вращается с большой скоростью. Выгруженный из камеры суперфосфат падает на быстро вращающиеся планки машины, измельчается и разбрасывается по расположенному под машиной силосу. Через силос вентилятором продувается воздух. Падая вниз, измельченные кусочки суперфосфата охлаждаются в струе воздуха. В силосе суперфосфат выдерживается некоторое время (до 10 часов) и отправляется на склад.

В случае когда камеры разложения установлены на верхнем этаже, вместо шабмашины употребляется разбрасывающий колокол, установленный под транспортером, передающим суперфосфат на склад. Подобно шабмашине быстро вращающийся колокол измельчает суперфосфат и разбрасывает его уже по складу. Такой колокол изображен на рис. 67.

Обслуживающий персонал

Операционное отделение обслуживается бригадой рабочих, прикрепленных к определенным производственным участкам.

Ниже приводится перечень основных обязанностей, относящихся к каждой профессии.

Податчик муки (2-й разряд). Следит за исправностью и работоспособностью всех механизмов по подаче фосфоритной муки. Смазывает трущиеся части всей порученной ему аппаратуры. Производит уборку и чистку силосов и относящихся к подаче муки транспортных приспособлений.

Сиропщик кислоты (младший суперфосфатчик, 3-й разряд). Следит за исправностью кислотохранилищ. Принимает кислоту по объему и крепости из цехов и заводских кислотохранилищ. Производит сиропку кислоты водой и перемешивание ее воздухом. Производит чистку котла Лоренца и всей аппаратуры, связанной с мешкой суперфосфата. Отвечает за постоянное наличие кислоты и за соблюдение нужной крепости ее. Обязан хорошо знать схему подачи серной кислоты.

Мешальщик (старший суперфосфатчик, 6-й разряд). Обслуживает котел Лоренца, где происходит смешивание фосфоритной муки с серной кислотой. Проверяет состояние оборудования, связанного с замесом вагона. Производит замес вагона Бескова или камеры Венка, соблюдая установленное соотношение муки и кислоты. Следит за крепостью кислоты и качеством муки. Руководит работой по заправке и выгрузке камер, дает указания сиропщику кислоты и по-

давальщику муки. Отбирает пробы, следит за созревaniem суперфосфата, за правильной работой вентиляторов, элеваторов, шнеков, транспортеров, кислотных мерников и клапанов котла Лоренца.

Работа весьма ответственная, требует знания технологического процесса получения суперфосфата.

Заправщик вагонов (4-й разряд). Заправляет вагон Бескова или камеру Венка перед замесом (замазывает все щели в камерах). Закрывает двери вагона. Приваливает стенки вагона. В свободное время помогает выгрузчику. Отвечает за течь камеры из-за небрежной заправки.

Работа ответственная, связана с пребыванием в атмосфере газов с высокой температурой, требует знания технологического процесса производства суперфосфата.

Старший выгрузчик суперфосфата (4-й разряд). Руководит и сам производит выгрузку суперфосфата из вагона Бескова или камеры Венка. Руководит и сам открывает двери камеры, отваливает стенки, следит за состоянием и работой карусели, фрезера, лебедки, элеватора, трансмиссии и других, относящихся к выгрузке механизмов. Наблюдает за правильной выгрузкой суперфосфата. Очищает суперфосфат и кислоту из-под вагонов. Чистит карусель. Сменяет ножи у карусели. Отвечает за бесперебойную выгрузку вагона Бескова или камеры Венка.

Выгрузчик суперфосфата (3-й разряд). Выгружает суперфосфат из вагона Бескова или камеры Венка. Смазывает буксы вагонов. Оборудует (заправляет) вагоны или камеры и чистит карусели.

Работа средней трудности при наличии вредных газов.

Лентовщик (3-й разряд). Наблюдает за состоянием суперфосфатной, транспортерной ленты, смазывает трущиеся части ленты, производит мелкий ремонт. Очищает ленту и убирает суперфосфат из-под нее. Наблюдает за работой и состоянием суперфосфатного элеватора.

Работа средней трудности при наличии вредных газов.

Откатчик суперфосфата. По тарифному справочнику откатчики относятся ко 2-му разряду, старшие откатчики — к 3-му.

Обязанности в основном сводятся к тому, чтобы следить за наполнением вагонеток суперфосфатом и отвозить их на склад. Кроме того, откатчик следит за состоянием вагонеток, производит смазку частей вагонетки и транспортного механизма. Убирает помещение. Принимает участие в загрузке камер.

Работа — физически тяжелая.

Инструкции

Инструкция для мешальщика

1. Перед началом загрузки камеры прежде всего очищает котел Лоренца и мешалку от присохшей массы суперфосфата предыдущей выгрузки и тщательно очищает клапан котла.

2. Проверяет исправное действие рычагов, управляющих подъемом и опусканием клапана котла Лоренца, и плотность прилегания клапана на свое место.

3. Проверяет исправное действие свинцовых пробок в мерниках для кислоты.

4. Приводит весы в должный порядок.

5. Проверив готовность камеры к загрузке, мешальщик устанавливает гири на весы, руководствуясь указаниями мастера или сменного инженера о нужной навеске, и пускает в ход механизмы, подающие муку.

6. Перед началом загрузки включает в работу мешалку котла Лоренца.

7. Операция мешки (или варки) суперфосфата производится следующим образом: в пустой котел одновременно спускается мука и кислота. Нижний клапан котла в это время закрыт, а мешалка непрерывно вращается. Мука при помощи выпускного клапана весов спускается постепенно, с тем чтобы подача ее в котел происходила одновременно с кислотой (клапан мерника открывается раньше, чем клапан весов).

После спуска материалов перемешивание должно продолжаться не менее полуминуты, только после этого можно открывать клапан котла и выпускать смесь в камеру.

8. Каждый произведенный замес записывается мелом на доске, висящей у места работы мешальщика. Количество замесов заранее устанавливается сменным инженером.

9. Во время загрузки камеры мешальщик наблюдает за состоянием котла (не пропускает ли клапан), за качеством муки (не идет ли крупка в муке), за правильностью подачи муки в бункер над весами.

10. При всех замеченных дефектах мешальщик прекращает дальнейшую работу и докладывает цеховой администрации для немедленной ликвидации неисправностей.

11. После каждых 10—15 спущенных котлов мешальщик проверяет температуру и крепость серной кислоты, поступающей на замес, и эти данные записывает на имеющуюся стенную доску, указывая также навеску.

12. В случае отклонения крепости кислоты от первоначальной более, чем на $0,1\text{--}0,2^\circ$ Боме, мешальщик делает соответствующие указания сиропщику. Если нужно, то по указанию сменного инженера изменяется навеска муки.

13. Замешав и спустив в котел примерно около половины заданного количества котлов, мешальщик переводит все механизмы на холостой ход, берет через отверстие сверху камеры пробу суперфосфата, согласно которой определяет совместно с сменным инженером, продолжать ли замесы при старой навеске муки или изменить условия мешки.

14. Ни в коем случае не допускается установка навески на-глаз, без соответствующего подсчета.

15. По окончании замесов и по остановке всех обслуживающих механизмов (кроме вентилятора, который продолжает работать во все время созревания и разгрузки камеры) мешальщик совместно с другими свободными рабочими смены производит чистку котла и подающих муку шнеков и элеваторов, а также убирает упущенную при работе по недосмотру муку.

16. Во время созревания суперфосфата камера должна быть под тягой.

17. Время созревания суперфосфата в камере устанавливается сменным инженером.

Инструкция сиропщику кислоты

1. При приемке кислоты в кислотные баки, сиропщик должен точно замерять уровень кислоты, температуру ее и крепость по ареометру Боме как до приемки, так и после. Все замеры сиропщик обязан немедленно записывать в имеющийся журнал или сменный листок.

2. Получив распоряжение от старшего смены о том, какой концентрации нужно приготовить кислоту для замеса вагона, сиропщик должен замерить крепость и температуру кислоты, имеющейся в наличии, и затем разбавить ее водой до нужной концентрации.

3. Отступления от установленной крепости кислоты допускаются не выше $0,2^\circ$ Боме.

4. По окончании сиропки сиропщик должен доложить об этом старшему по смене.

5. Перед самым началом загрузки камер кислота в кислотном баке должна быть перемешана сильной струей воздуха, по меньшей мере в течение 10 минут.

6. Кислота из кислотного бака должна поступить в кислотные мерники вполне одинаковой крепости.

7. При переводе подачи кислоты из баков в мерники с одного бака на другой сиропщик обязан извещать мастера или сменного инженера для изменения установленной навески муки.

Инструкция для заправщиков

1. Заправщик камеры работает по указаниям мешальщика, который является старшим рабочим в бригаде, обслуживающей камеру созревания.

2. Заправка камеры начинается после того, как мешальщиком проверено исправное состояние клапана у котла Лоренца.

3. Заправка камеры состоит в следующем:

а) прижимаются боковые стенки камеры при помощи существующих привальных приспособлений;

б) углы между платформой и боковыми стенками камеры плотно замазываются оставшимся на платформе суперфосфатом от предыдущей выгрузки;

в) закрываются передние стенки (двери) камеры и также прижимаются существующими запорными приспособлениями;

г) заправщик остается в камере (имея при себе маску или респиратор) и заделывает суперфосфатом углы между боковыми и передними стенками, а также угол между платформой и передними стенками, после чего вылезает из камеры через соответствующий люк;

д) во время герметизации камеры пускается отсасывающий вентилятор;

е) работу по заправке камеры производит помимо заправщика также выгрузчик.

Инструкция для выгрузчиков

1. До начала выгрузки во время созревания суперфосфата в камере выгрузчики (а также свободные заправщики) очищают всю аппаратуру, относящуюся к выгрузке — скобильную машину, элеваторы, транспортеры и т. д., причем вся чистка производится при условии полной неподвижности всех движущихся механизмов при выключенных моторах.

2. Чистка ковшей элеваторов и карусели производится провертыванием их вручную.

3. До начала выгрузки проверяют и одевают все нужные

ремни на трансмиссиях и проверяют заградительные приспособления.

4. Перед раскрытием дверей камеры старший выгрузчик через люк проверяет состояние суперфосфата и после распоряжения от сменного инженера или мастера приступает к раскрытию камеры.

5. Раскрытие камеры начинается с отваливания боковых стенок, причем в целях равномерного отвала эта операция производится одновременно с обеих сторон камеры.

6. После того как стенки отвалены, открываются запорные механизмы дверей и затем при помощи каната усилием 3—4 человек из рабочих смены открывают двери камеры.

7. Во избежание несчастных случаев от возможных обвалов суперфосфата или выливания массы в случае жидкого состояния некоторых слоев суперфосфата, рабочие в момент открытия дверей находятся по обеим сторонам камеры, но ни в коем случае не против самих дверей камеры.

8. После осмотра суперфосфатной глыбы и получения соответствующего распоряжения от мастера или сменного инженера старший выгрузчик пускает в ход лебедку для подтягивания платформы к карусели.

9. После того как площадка с лежащей на ней глыбой суперфосфата приблизилась к карусели, старший выгрузчик пускает в ход карусель и остальную разгрузочную аппаратуру — элеваторы, транспортеры, шабмашину и пр.

10. Во время вырезки суперфосфата старший выгрузчик следит за работой всей выгрузочной аппаратуры.

11. В случае обвалов суперфосфата нужно остановить лебедку и очистить лопатами обвалившийся суперфосфат.

12. Во время выгрузки работают все обслуживающие камеру вентиляторы.

13. Во время выгрузки вагона последний в случае необходимости останавливают на короткое время для чистки карусели и транспортирующих механизмов.

14. В течение всей выгрузки, старший выгрузчик или отборщик проб из химической лаборатории отбирает образцы суперфосфата для анализа.

15. По окончании выгрузки вагона выгрузчики очищают рельсы под камерой, очищают платформу вагона, очищают и смазывают буксы платформы, после чего старший выгрузчик закатывает при помощи лебедки платформу на свое место вовнутрь камеры.

16. По окончании выгрузки все передаточные ремни переводят на холостой ход и после остановки всех моторов рабочие смены производят уборку и чистку аппаратуры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем объясняется затвердевание (схватывание) суперфосфатной массы в камере?
2. Почему нельзя долго массу задерживать в котле Лоренца?
3. Что называется коэффициентом разложения?
4. Какие из фосфоритов СССР дают самый лучший суперфосфат?
5. Как устроена камера Бескова?
6. В чем заключается заправка камеры?
7. Почему нужно внимательно следить за крепостью кислоты?
8. Какие условия обеспечивают получение хорошего суперфосфата?
9. В каких случаях получается брак суперфосфата и в чем он выражается?

ЛИТЕРАТУРА

- Берлин, Л. Е., Хибинский апатит и переработка его на суперфосфат, Госхимтехиздат, 1933
- Вайнман, Н. М., Аппаратура суперфосфатного производства, Госхимтехиздат, 1932
- Соколовский, Б. А., Как работать на апатитовом сырье (2-е издание), Госхимтехиздат, 1932

Значение внутрицехового транспорта

Суперфосфатный завод ежедневно перерабатывает сотни тонн фосфорита и апатита. Вполне понятно, что обеспечить передачу этой колоссальной массы материала из одного аппарата в другой, без наличия механического, хорошо работающего транспорта невозможно.

Относительно высокая степень механизации производственного процесса, своеобразная стройность его, непрерывная подача материала из одного аппарата в другой в значительной степени зависят от наличия достаточно хорошо работающих транспортных приспособлений.

Транспортные приспособления являются связующими звеньями в последовательной цепи аппаратуры и, подобно тому как при поломке одного звена вся цепь выходит из строя, так и в данном случае — при выходе из строя одного из транспортных приспособлений мы имеем вынужденный простой всех связанных с ним аппаратов.

Например, при поломке или неисправности элеватора, обслуживающего дробилку грубого дробления, мы имеем вынужденный простой помимо самой дробилки и всех последующих аппаратов: сушильного барабана, дробилок мелкого дробления, размольной аппаратуры и т. д.

Вот почему от исправности и нормальной работы транспортных приспособлений зависит работа всего завода.

Транспортные приспособления

Предъявляемые требования

Применение транспортных приспособлений диктуется необходимостью механизировать производственный процесс, сделать его непрерывным, а следовательно, и более дешевым. Этим, собственно, и определяется характер тех требований, которые предъявляются производством к транспортному оборудованию.

При выборе того или иного вида транспортного оборудования руководствуются обыкновенно следующими соображениями.

1. Направлением, в котором материал должен быть перемещен. Перемещать материалы приходится в горизонтальном направлении, вертикальном или под некоторым наклоном. В зависимости от этого и определяется тип того или иного транспортного приспособления.

2. Характером и состоянием данного материала. Материал может быть крупнокусковым, мелкодробленным и мучнистым (порошкообразным). Кроме того, материал может быть холодным или горячим (например, при выходе из сушильного барабана).

3. Количеством перемещаемого материала. Производительность транспортных приспособлений должна обеспечивать полное использование производительности связанных с ними аппаратов.

4. Простотой ухода за транспортным оборудованием.

5. Возможностью полного использования емкости складов.

В тех случаях когда для перемещения материалов можно использовать силу их тяжести, стараются избегать установки транспортеров, заменяя наклонными течками — жолобами.

В условиях суперфосфатного производства применяются, главным образом, следующие виды транспортеров: ковшевые элеваторы, транспортерные ленты, винтовые транспортеры (шнеки) и в тех случаях когда имеется возможность использовать для транспортирования непосредственно силу тяжести самого материала — наклонные жолоба (течки).

Ковшевые элеваторы

Элеваторы (рис. 68) применяются для подъема материалов вертикально или под некоторым наклоном. В том и другом случае элеваторы конструктивно почти не отличаются друг от друга.

Устройство элеватора. Обычного типа элеватор (рис. 69) состоит из ряда ковшей 1, прикрепленных на некотором расстоянии друг от друга к двойной бесконечной цепи 2, перекинутых через верхние 3 и нижние 4 цепные блоки. В некоторых конструкциях элеваторов ковши прикрепляются к шарнирным цепям или к бесконечной ленте, перекинутой через барабаны. В случае применения шарнирных цепей цепные блоки заменяются зубчатками.

На суперфосфатных заводах применяются, главным образом, цепные элеваторы, так как такого рода цепь (рис. 70)

обеспечивает значительную высоту подъема и должную сопротивляемость их усилиям зачерпывания.

Передача движения производится у верхней части (головки) элеватора. Обычно передача — зубчатая и рассчитывается на скорость движения ковшей от 0,5 до 1 метра в секунду.

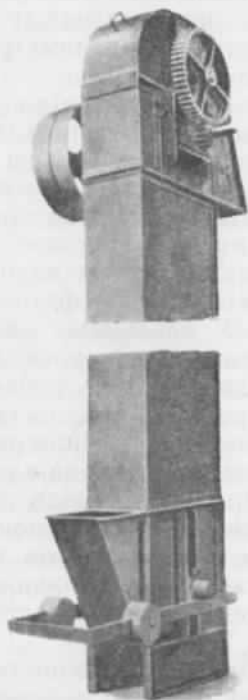


Рис. 68. Элеватор (общий вид).

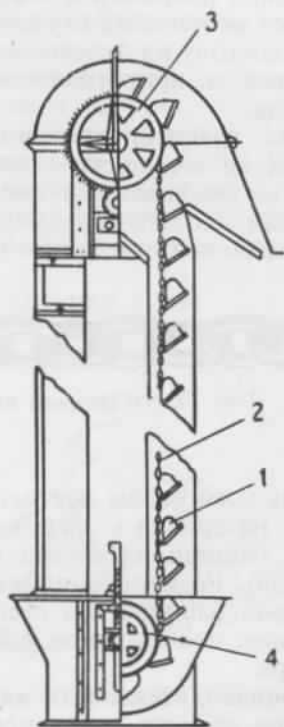


Рис. 69. Устройство элеватора.

В нижней части элеватора, называемой башмаком, расположен приемный карман элеватора, через который по наклонной плоскости материал подается в элеватор. Карман располагается таким образом, чтобы транспортируемый материал подавался непосредственно в ковши с восходящей стороны цепей. Ковши элеватора, идя один за другим, захватывают сыпавшийся в них материал, поднимают его вверх и перебрасывают его при огибании верхних цепных блоков в разгрузочную воронку или жолоб, который направляет материал в желаемом направлении.

При работе элеватора цепи постепенно растягиваются и поэтому время от времени их приходится натягивать. Натяжка цепей производится в нижней части (башмаке) элеватора, посредством натяжных винтов или противовесов, действующих на передвижные подшипники.

В целях предупреждения пылевыделения при транспортировании, например фосфоритной муки, а также предохранения от несчастных случаев элеватор заключают в кожух. Кожух состоит из отдельных, плотно соединенных между собой звеньев и готовится обычно из 1,5-миллиметрового железа.

При транспортировании готового суперфосфата — материала не пылящего — элеватор, обычно наклонный, кожухом не снабжается и имеет снизу по длине элеватора деревянный жолоб, предупреждающий высыпание материала в помещение под элеватором. При открытом элеваторе значительно упрощается чистка, в случае залипания его суперфосфатом.

У наклонных элеваторов, под восходящей цепью, во избежание прогиба ее, ставятся поддерживающие ролики.

У наклонных элеваторов, под восходящей цепью, во избежание прогиба ее, ставятся поддерживающие ролики.

Для того чтобы достигнуть необходимого уклона для подвода материала к загрузочному отверстию, приходится ставить башмак элеватора в углубление пола (прямок элеватора). Размеры прямока делают с таким расчетом, чтобы от края башмака до стенки прямока было достаточное расстояние, необходимое для обслуживания нижней части элеватора.

Производительность элеватора. Производительность элеватора зависит от размера (емкости) ковшей, скорости их движения, характера транспортируемого материала, расстояния между ковшами и степени их заполнения. Обычно применяются ковши емкостью от 3 до 10 литров (или кубических дециметров).

Что касается степени заполнения ковшей или, как говорят, коэффициента заполнения, то это зависит от характера и крупности кусков транспортируемого материала. Например, при транспортировании порошкообразного материала (фосфоритной муки) коэффициент заполнения меньше, чем при дробленом фосфорите, так как в первом случае между частичками фосфорита останется много пустого неиспользованного пространства.

Производительность ковшей элеваторов определяется по формуле:

$$Q = 3,6 \frac{i \cdot v \cdot \gamma \cdot k}{h} \text{ тонн в час,}$$

где i — емкость ковша в кубических дециметрах;
 v — скорость движения в метрах в 1 секунду;
 γ — объемный вес материала в килограммах на 1 куб. дециметр;
 k — коэффициент заполнения ковша;
 h — расстояние между ковшами в метрах.

Например, для случая, когда емкость ковша равна 3 куб. дециметрам, скорость движения элеватора 0,5 метра в секунду, объемный вес материала 1,6 килограмма на 1 куб. дециметр и расстояние между ковшами 0,2 метра (20 сантиметров), производительность элеватора получится равной:

$$Q = 3,6 \frac{3 \cdot 0,5 \cdot 1,6 \cdot 0,6}{0,2} = 25,9 \text{ тонн в час.}$$

Расход мощности. Расход мощности определяется высотой подъема материала и обычно принимается равным, примерно, 0,01 л. с. на каждую тонну материала, поднятую на 1 метр высоты. Таким образом, чтобы поднять, например, 20 тонн материала на высоту 15 метров, потребуется мощность:

$$0,01 \cdot 20 \cdot 15 = 3 \text{ лощ. силы.}$$

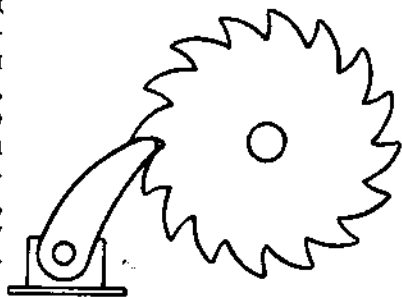


Рис. 71. Храповик с собачкой.

Аварийные случаи. Наиболее часто встречающиеся неполадки в работе элеватора — это завалы башмака, обрыв цепей, обрыв или скольжение приводного ремня, поломка ковшей.

В случае завала обычно вычищается приямок и затем элеватор провертывается вручную, для того чтобы убедиться в легкости его хода; если же нижняя часть засыпана и элеватор не провертывается, нельзя пускать мотора из-за могущих быть последствий (в лучшем случае — слетит приводной ремень, в худшем — сгорит мотор).

Во время остановки элеватора висящий на восходящей стороне цепи груз обычно поддерживается храповым колесом с собачкой (рис. 71).

Храповое колесо насажено на одном валу с ведущей шестерней, а собачка свободно висит на шарнире. Во время работы элеватора храповик движется по валу зубьями назад, причем собачка в этом случае скользит по зубьям храповика, а во время остановки груз тянет ведущую шестерню назад, собачка упирается между зубьями и не допускает обратного движения. Без такого предохранительного приспособления груженная сторона перетягивает и груз засыпает башмак.

При обрыве цепей оборванные концы стягиваются полиспастом, и оборванное звено заменяется.

Случаи поломки ковшей исправляются очень быстро, благодаря простоте крепления ковшей к цепи.

При залипании ковшей сырым мажущим материалом необходимо очистить элеватор. Элеватор проветривают вручную и каждый ковш чистят в отдельности.

Техника безопасности. При обслуживании элеваторов необходимо помнить следующее:

- 1) категорически воспрещается производить чистку на ходу;
- 2) немедленно остановить элеватор, в случае обнаружения какой-либо поломки или неисправности;
- 3) не одевать на ходу приводной ремень.

Ленточные транспортеры

Ленточные транспортеры употребляются для перемещения кусковых и немажущихся сыпучих материалов в горизонтальном направлении или под некоторым наклоном, причем угол наклона не должен превышать 20° для кускового материала и 15° для порошкообразного.

Устройство транспортеров. Ленточный транспортер (рис. 72) состоит из бесконечной резиновой ленты, огибающей два горизонтально расположенных барабана: ведущий и концевой.

Движение передается от трансмиссии ведущему барабану, который благодаря трению перемещает ленту, а следовательно, и нагружаемый на ленту материал. Скорость движения ленты зависит от характера транспортируемого материала. Для дробленого фосфорита скорость обычно принимается равной 1,2—1,5 метра в секунду, для молотого фосфорита 1,0—1,2 метра в секунду. Для наклонных транспортеров эта скорость уменьшается от 10 до 40%, в зависимости от наклона.

Направление движения ленты устанавливается таким, чтобы приводной барабан тянул верхнюю, груженую ветвь ленты на себя.

Для нормальной работы транспортера необходимо, чтобы лента имела всегда определенное натяжение; в противном случае приводной барабан начинает скользить по ленте, и лента останавливается. В целях регулирования натяжения ленты подшипники оси концевой барабана устраиваются передвижными. Передвижением подшипников и регулируется натяжение ленты.

Для предупреждения провисания ленты по длине транспортера под лентой укрепляется ряд поддерживающих (опорных) роликов, цапфы которых вращаются в подшип-

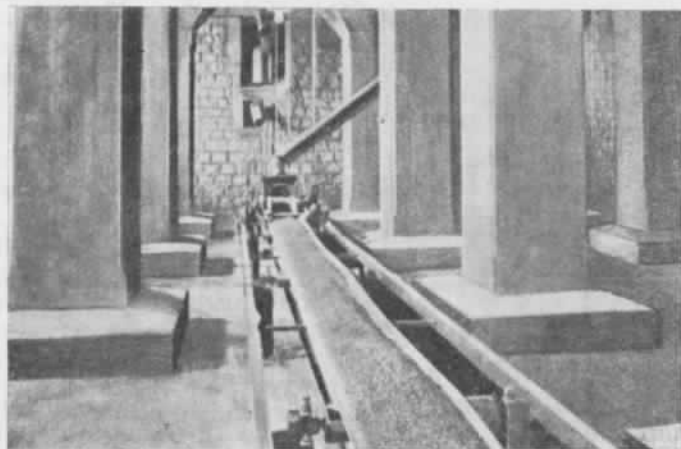


Рис. 72. Ленточный транспортер.

никах, смонтированных по бокам ленты на станине транспортера. Расстояние между опорными роликами принимается из расчета 1,5 метра между роликами, поддерживающими рабочую (груженую) ветвь ленты, и 3 метра — для холостой (нижней) ветви.

Станины ленточных транспортеров изготавливаются двух видов: деревянные и металлические, склепанные из углового железа.

Транспортируемый материал загружается на ленту через приемную воронку и сбрасывается с ленты при сходе ее с барабана. Загрузку регулируют с таким расчетом, чтобы материал занимал не больше 0,9 ширины ленты.

В случае необходимости выгрузки материала в различных точках транспортера, последний снабжается передвижной сбрасывающей тележкой (рис. 73), позволяющей вести вы-

грузку в любом пункте транспортера. Схема установки транспортера, снабженного сбрасывающей тележкой, изображена на рис. 74.

Для предупреждения просыпания материала, а также для повышения ее производительности опорные ролики уста-

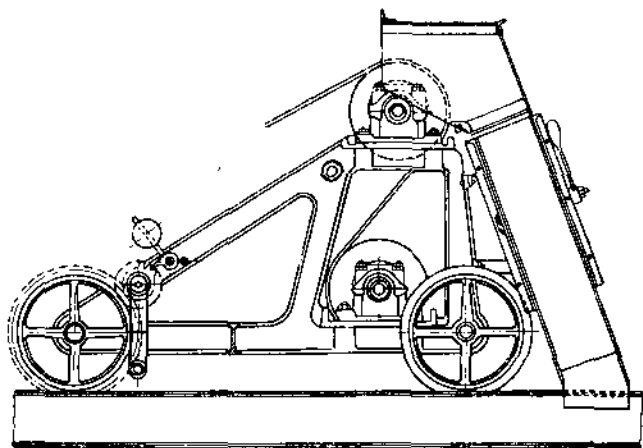


Рис. 73. Сбрасывающая тележка.

навливаются наклонно, и сама лента принимает при этом лоткообразную форму. Лотковые транспортеры, несмотря на усложненность устройства опорных роликов, пользуются широким распространением.

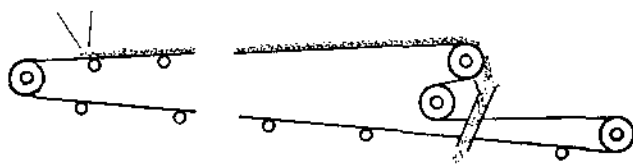


Рис. 74. Схема транспортера со сбрасывающей тележкой.

При транспортировании готового суперфосфата избегают пользоваться обычного типа ленточными транспортерами, так как суперфосфат налипает на ролики, ленту и другие части транспортера. Но все же транспортирование готового суперфосфата не исключает возможности применения и ленточных транспортеров.

Особый интерес представляет собой конструкция ленточных транспортеров, разработанная Винницким суперфосфатным заводом (Украина).

Транспортер (рис. 75) представляет собой обычную плоскую транспортерную ленту, в которой ролики укреплены с боков ленты. Осями для роликов служат поперечные железные планки, укрепленные на ленте на расстоянии 500 миллиметров друг от друга. Опорой для роликов служат железные, соответственно изогнутые полосы, прикрепленные к раме транспортера по всей его длине. Приводной барабан транспортера приводится обычным способом во вращение, со скоростью 40 оборотов в минуту. Соответственно этому скорость движения ленты составляет примерно 1,5 метра в секунду.

При таком устройстве транспортера почти исключена возможность залипания роликов, а следовательно, транспортер работает нормально. Опыт работы Винницкого суперфосфатного завода на таких транспортерах показал полную пригодность их к транспортированию суперфосфата.

Производительность транспортера. Производительность ленточного транспортера зависит от ширины ленты, скорости ее движения и характера материала, и для случая плоской ленты определяется по формуле:

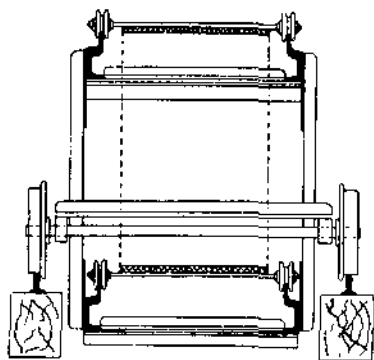


Рис. 75. Ленточный транспортер с выносными роликами (поперечный разрез).

$$Q = 200 \cdot \gamma \cdot v \cdot B (0,9B - 0,05)^2 \text{ тонн в час,}$$

где γ — объемный вес материала в тоннах на 1 куб. метр;
 v — скорость движения ленты в метрах в 1 секунду;
 B — ширина ленты в метрах.

Например, для ленточного транспортера с плоской лентой, движущейся со скоростью 1,2 метра в секунду при ширине ленты, равной 0,4 метра, транспортирующей материал, имеющий объемный вес, равный 1,5 тонны на 1 куб. метр, производительность будет равна:

$$200 \cdot 1,5 \cdot 1,2 (0,9 \cdot 0,4 - 0,05)^2 = 34,6 \text{ тонны в час.}$$

Для лотковых транспортеров при той же ширине ленты производительность соответственно удваивается.

Расход мощности. Расход мощности зависит от количества транспортируемого материала. Чем больше это коли-

чество, тем больше нужно затратить энергии на его перемещение. С другой стороны, чем длиннее путь материала, тем больше нужно затратить энергии.

Например, для перемещения 1 тонны материала на 20 метров потребуется энергии в два раза больше, чем на перемещение этой же тонны на расстояние в 10 метров.

Силу, которую необходимо затратить на перемещение 1 тонны материала на расстояние, равное 1 метру, прини-

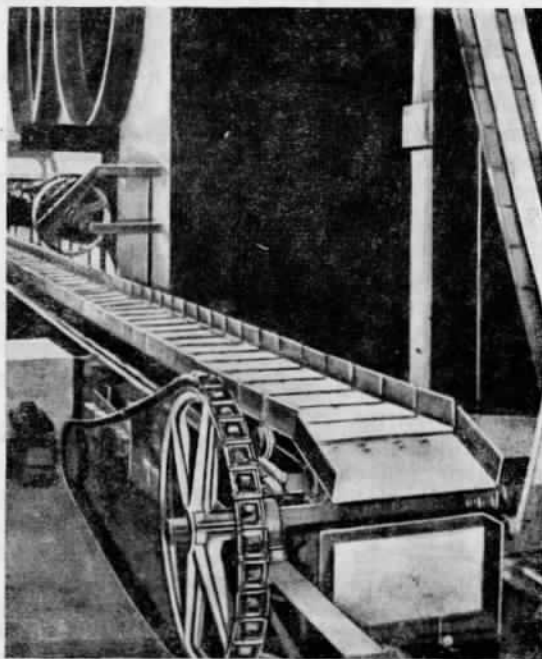


Рис. 76. Пластинчатый транспортер.

мают в расчетах равной 0,003 лош. силы для транспортеров длиной до 40 метров и 0,002 лош. силы для транспортеров длиной больше 40 метров.

Рассчитаем для примера расход силы на перемещение 20 тонн материала на расстояние 30 метров. На перемещение 1 тонны на расстояние 1 метра нужно затратить 0,003 лош. силы. Для перемещения 20 тонн на 1 метр нужно затратить силы в 20 раз больше, т. е.

$$0,003 \cdot 20 = 0,06 \text{ лош. силы.}$$

Наконец, для перемещения этих 20 тонн на расстояние 30 метров нужно силы в 30 раз больше, т. е.

$$0,06 \cdot 30 = 1,8 \text{ лош. силы.}$$

Пластинчатые транспортеры

Для транспортирования готового суперфосфата или горячего фосфорита (из сушильного барабана к дробилкам мелкого дробления) пользуются также и железными пластинчатыми транспортерами.

Такой транспортер (рис. 76) состоит из перекинутых через цепные блоки двух параллельных бесконечных цепей, к которым прикрепляются пластины из листового железа.

Пластины накладываются таким образом, что край одной находит несколько на следующую за ней пластину. Таким образом устраняются зазоры между пластинами и возможность просыпания материала. Для предупреждения ссыпания материала с боков транспортера пластины его снабжаются бортиками.

Натяжение цепей и привод транспортера осуществляются обычным способом.

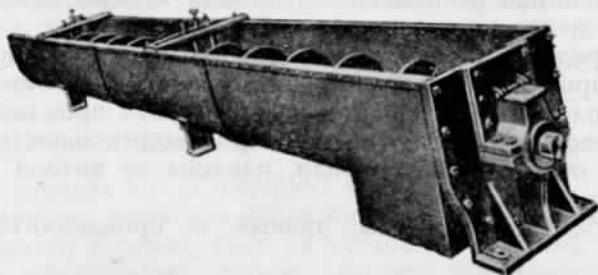


Рис 77. Шнек (винтовой транспортер).

Шнеки

Шнеки применяются исключительно для перемещения мелкозернистых и мучнистых материалов в горизонтальном направлении или под некоторым углом, не превышающим 9° .

Устройство шнека. Шнек (рис. 77) состоит из металлического жолоба (корыта), в торцовых стенках которого укреплены подшипники, поддерживающие вал шнека, проходящий по всей длине жолоба.

Во избежание провисания вала по длине жолоба укрепляют на некотором расстоянии друг от друга ряд под-

шипников, заделанных в держатели, укрепленные на бортах жолоба.

К валу по всей его длине прикрепляются при помощи болтов винтовые лопасти, штампованные из листового железа толщиной 1,5—2 миллиметра. Вал и винтовые лопасти шнека изображены на рис. 78.

Вал шнека изготавливается из валовой стали или труб, диаметром в 50—80 миллиметров, при толщине стенок в 3—5 миллиметров. В последнем случае вал делается составным, и отдельные участки его соединены стальными шейками, проходящими через промежуточные подшипники.



Рис. 78. Вал и спираль шнека.

Материал, загружаемый в шнек в любом пункте его, при вращении вала захватывается винтовыми лопастями и передвигается ими вдоль шнека.

Выгрузку материала можно также производить в любом пункте шнека через отверстия в дне жолоба, снабженные задвижками.

Загрузку шнека регулируют с таким расчетом, чтобы материал занимал не больше $\frac{1}{3}$ объема жолоба и не покрывал собой вала.

Для предупреждения пылевыведения при транспортировании, например, фосфоритной муки желоба шнеков закрываются плотными крышками на войлочных прокладках.

Производительность шнека. Производительность шнека зависит от диаметра спирали, наклона ее витков и числа оборотов вала.

В табл. 8 приведены данные о производительности шнеков:

Таблица 8

Диаметр спирали в мм	100	120	160	200	250	300	400	500
Число об/мин.	100	90	80	70	65	60	55	50
Производительность в м ³ /час	1,2	1,8	3,7	5,9	10	15	31	52

Расход мощности. Расход мощности в шнеках составляет обычно от 0,005 до 0,01 лош. силы на передвижение 1 тонны на расстояние 1 метра. Например, при передвижении 15 тонн материала на расстояние 10 метров нужна мощность в $0,01 \cdot 15 \cdot 10 = 1,5$ лош. силы.

Обслуживание шнека. Обслуживание шнека чрезвычайно несложно и заключается в наблюдении за правильной, равномерной загрузкой шнека, смазкой и содержанием подшипников в чистоте.

Аварийные случаи. Наиболее часто встречающиеся случаи неполадок в работе шнеков — это завалы, поломка спирали в месте ее крепления к валу, разогрев подшипников и перетирание вала в подшипниках.

Причины завала шнека следующие:

1) непредвиденное прекращение подачи тока, а следовательно и остановка мотора;

2) обрыв или буксование приводного ремня.

В обоих случаях шнек останавливается. Материал же продолжает поступать в шнек, что и влечет за собой завал его.

С другой стороны, завал шнека бывает по причине небрежного наблюдения над загрузкой его. Шнек заваливается чрезмерным количеством поступающего в него материала.

Завал шнека — чрезвычайно неприятная неполадка, так как пустить в ход шнек можно только после выгрузки из него материала. По условиям конструкции шнека такую выгрузку можно произвести только вручную.

Поломка спирали также вызывается перегрузкой шнека.

Нагрев подшипников и перетирание вала являются следствием недостаточной смазки или попадания в подшипник фосфоритной муки.

Наклонные жолоба (течки)

В тех случаях когда материал передается из одного аппарата в другой, расположенный ниже первого, предпочитают пользоваться течками, избегая установки транспортеров.

Течка представляет собою обычно деревянный жолоб, обитый изнутри листовым железом. Угол наклона течи устанавливается таким образом, чтобы он несколько превышал угол естественного откоса того материала, который передается по тече ¹.

Инструкция по обслуживанию транспортеров

Прем и сдача смены. 1. Сдающий смену производит чистку транспортеров и элеваторных прямков.

2. Сообщает принимающему смену о всех неполадках и

¹ Углом естественного откоса называется тот угол, при котором данный материал начинает скатываться с наклонной плоскости. Для фосфоритов этот угол равен 40—45°.

ненормальностях работы отдельных транспортеров за предыдущую смену.

3. Принимающий смену осматривает прямки элеваторов и состояние транспортеров.

4. Проверяет подшипники в отношении нагрева.

5. Проверяет приводы к транспортерам (натяжение ремней и т. д.).

6. Проверяет, не расшатаны ли гайки подшипников и головки транспортеров.

7. Проверяет натяжные приспособления элеваторов и ленточных транспортеров.

Подготовка к пуску. 1. Наполнить все масленки смазкой.

2. Проверить питательные приспособления и воронки.

Пуск. 1. Во избежание несчастных случаев предупредить работающих в данном помещении о пуске транспортера.

2. Перевести приводной ремень с холостого шкива на рабочий.

3. Проверить работу транспортеров вхолостую.

Наблюдение за работой. 1. Следить за равномерностью подачи материала на транспортеры, не допуская перегрузки.

2. Следить за состоянием подшипников и смазкой.

3. В случае завала транспортера или обнаружения какой-либо неисправности немедленно прекратить загрузку, перевести приводной ремень на холостой шкив и сообщить об этом мастеру или дежурному инженеру.

Остановка транспортера. 1. Прекратить загрузку.

2. После полной разгрузки транспортера, перевести приводной ремень на холостой шкив.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроен элеватор?

2. Каким образом производится крепление ковшей и цепи элеватора?

3. В каких случаях употребляются элеваторы?

4. Как производится загрузка в элеваторы?

5. В каких случаях употребляются ленточные транспортеры?

6. Как устроен шнек?

7. Какое значение имеют транспортные приспособления в производстве суперфосфата?

8. Почему суперфосфатные элеваторы (для транспортировки суперфосфата на склад) делаются без кожуха?

9. Какие части в шнеке подвергаются наибольшему снашиванию?

ЛИТЕРАТУРА

Козьмин, П. С., Подъемные и транспортные приспособления и устройства, ГИЗ, 1925.

11. ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ ПРОФЕССИИ ПО СУПЕРФОСФАТНОМУ ЦЕХУ

Кроме основных производственных рабочих, непосредственно обслуживающих определенный механизм или агрегат, в цехе имеется целый ряд рабочих, выполняющих общие по всему цеху, а также вспомогательные работы. Так например, для обслуживания ременного хозяйства цеха имеются шорники, для обслуживания электромоторов — дежурные электромонтеры и мотористы. Общее наблюдение за электрооборудованием находится в компетенции заводского электроотдела, а дежурные монтеры обслуживают производство во время повседневной сменной работы.

Для обслуживания машин и аппаратов мелким текущим ремонтом к цеху обычно прикрепляются сменные дежурные слесари и плотники.

Обязанности всех перечисленных категорий рабочих сводятся к следующему.

Дежурный слесарь (6-й разряд). Наблюдает за работой и состоянием оборудования, производит как предупредительный, так и текущий ремонт. Отвечает за нормальную и бесперебойную работу всех механизмов суперфосфатного цеха.

Если по условиям производства имеется большое количество работы, то ставят двух дежурных слесарей, причем один из них, работающий под руководством другого, тарифицируется на разряд ниже.

Дежурный электромонтер (5-й разряд). Наблюдает за работой и состоянием электрооборудования. Производит текущий ремонт электрических моторов и электрического оборудования цеха, смазывает трущиеся части моторов. Отвечает за состояние электрооборудования цеха.

Младший дежурный электромонтер (моторист, 3-й разряд). Пускает и останавливает моторы. Смазывает и продувает моторы. Проводит временную электропроводку. Работает под руководством дежурного электромонтера.

Смазчик (3-й разряд). Производит смазку всех трущихся частей механизмов и трансмиссий по цеху.

Требуется знание сортов смазочных масел и правил ухода за трансмиссиями и механизмами.

Старший дежурный шорник (5-й разряд). Руководит работой дежурных шорников в цехе. Наблюдает за состоянием всех ремней. Заготавливает необходимые ответственные части и производит сшивку ремней. Отвечает за состояние трансмиссий цеха.

Требуется знание всей аппаратуры и умение производить элементарные расчеты ременных передач.

Дежурный шорник (4-й разряд). Выполняет разные работы по сшивке ремней для машин и трансмиссий. Следит за правильной натяжкой ремней. Работает под руководством старшего шорника.

Плотник (4-й разряд). Производит весь текущий ремонт в цехе в части плотничных работ. При наличии большого количества плотничных работ, плотники, работающие под руководством, оплачиваются на разряд ниже.

Рабочий по ремонту сит (1-й разряд). Натягивает сита на рамки и производит ремонт (пайку) старых сит.

Инструкции

Инструкция электромонтеру по уходу за моторами

На суперфосфатном заводе, где по условиям производства моторам приходится работать в пыльном помещении и в атмосфере кислых паров, требуется особо тщательный уход за моторами. Основные правила, которых должен придерживаться дежурный электромонтер (моторист) при обслуживании моторов, следующие:

1. Перед пуском мотор нужно осмотреть и проверить в следующем порядке:

а) проверить, нет ли на моторе каких-либо посторонних предметов: тряпок, забытого случайно инструмента и т. д.;

б) осмотреть состояние фундаментных и натяжных болтов, состояние укрепления шкива или зубчатки и при необходимости подтянуть гайки ключом;

в) осмотреть, достаточно ли тщательно удалена пыль, грязь, капли масла с коллекторов или колец; если нет, то почистить мотор от грязи чистыми тряпками или щетинной кистью, а пыль сдуть посредством сжатого воздуха или ручных мехов (без металлического наконечника);

г) проверить состояние щеток и держателей, накладывая их на коллектор или кольца и наблюдая плотность прилегания; поворотом якоря за шкив или ремень в сторону

вращения мотора проверить отсутствие визжания щеток; если плотность недостаточна или, наоборот, если она велика и щетки визжат, то необходимо изменить степень нажатия (слишком сильное нажатие щеток на коллектор вызывает чрезмерный износ и щетки и коллектора; слабое нажатие вызывает слабый контакт щетки с коллектором, а следовательно искрообразование);

д) до окончания осмотра мотора щетки следует поднять;

е) осмотреть подшипник и проверить правильность положения смазывающих колец; при наличии грязи в подшипниках промыть их с керосином или бензином и наполнить свежим маслом.

2. После проверки состояния мотора проверить передачу от мотора к приводимой им машине.

При ременной передаче проверить натяжение ремня. Если натяжение недостаточно, то ремень следует подтянуть при помощи имеющихся салазок. Если салазок нет, то не рекомендуется производить частую перешивку ремня. Лучше промаслить ремень бычьим жиром, бросая его кусочками между ремнем и шкивом. Таким путем можно достигнуть укорачивания ремня на 2% его длины.

3. Проверить пусковые приспособления, находятся ли они в пусковом состоянии. Проверка пускового приспособления мотора — чрезвычайно серьезный момент, так как невключением, например, пускового реостата можно сжечь мотор при пуске. Поэтому эта операция должна быть проделана самым внимательным образом.

Только после проверки пускового приспособления опускают щетки и мотор пускается в ход.

Тотчас же после пуска нужно проверить: а) нет ли биений ремня и если есть, то подтянуть ремень, б) нет ли искрения щеток.

4. Во время работы мотора нужно следить:

а) за работой щеток и коллектора или колец, проверяя, нет ли искрения, и если есть, то принять меры к его устранению;

б) за нагревом подшипников;

в) за передачей от мотора, нет ли биений ремня, есть ли смазка при зубчатой передаче;

г) за нагрузкой мотора; перегрузка мотора допускается по соответствующим нормам, которые должны быть указаны заводским электроотделом.

Громадное значение для работы моторов имеет изнашивание вкладышей подшипников. Изнашивание вызывает смещение якоря, т. е. неодинаковую величину зазора по

окружности его. Поэтому за изнашиванием вкладышей нужно тщательно следить во избежание задевания вращающейся части мотора за неподвижную. Такое задевание неизбежно будет служить причиной аварий.

5. Дежурный электромонтер (моторист) работает по указанию заводского электроотдела, который издает соответствующие правила по уходу за различными типами моторов.

Инструкция по уходу за ремнями

1. Следует тщательно оберегать ремни от попадания на них минерального масла с подшипников, подвесок и т. д.

2. Для устранения накопившегося на ремнях минерального масла пользоваться бензином или бензолом. После промывки протереть ремень сухой тряпкой, причем кожаные ремни при этом рекомендуется смазывать слегка салом или смесью воска со стеарином. Излишек этой смазки, не впитавшийся в ремень, удалить.

3. Если на ремне образовались корки грязи, то его следует вымыть теплой мыльной водой, осторожно соскребая грязь деревянной линейкой или тупой стороной ножа, затем тщательно просушить (можно не снимая со шкивов). Кожаные ремни после промывки смазать салом или смесью воска со стеарином, как это указано в п. 2.

4. Самые незначительные надрывы ремня должны немедленно устраняться.

5. Шкивы перед надеванием ремней должны быть тщательно очищены от грязи и масла.

6. Все ремни на неработающих машинах должны быть сняты.

7. При установке ремня всегда нужно придерживаться правила, что ремень должен быть уже обода шкива.

8. Перед надеванием на шкивы ремень должен быть хорошо очищен от пыли и грязи.

9. Кожаные ремни следует накладывать на шкивы лицевой стороной, резиновые ремни — любой стороной, верблюдьи ремни — клеймом вверх и хлопчатобумажные ремни — красной ниткой вверх; резиновые бесконечные ремни следует надевать на шкивы по направлению стрелки, изображенной на наружной стороне ремня.

10. Надевание ремня производить вращением шкива вручную сначала на ведущий, а затем на ведомый шкив, причем гладкой, а не сшитой частью его.

11. При наличии ремненадевателей всегда ими пользоваться, не прибегая к ручному способу.

12. Надевать ремни любой ширины на ходу голыми руками безусловно не допускается.

13. При установке бесконечных ремней пользоваться салазками у моторов или нажимными роликами (лениксами). При наличии салазок необходимо, чтобы в момент установки ремня они находились в начальном положении.

14. Буксование ремня ведет к нагреванию, а следовательно, и к порче его. Поэтому, как только будет обнаружено буксование, а также биение ремня, следует перешить ремень. Однако не следует злоупотреблять частой перешивкой во избежание разрыва ремня, прибегая в случае необходимости к смазке ремня.

15. Вновь надетый ремень в первые 10—14 дней работы обычно сильно удлиняется, а потому в течение первых двух недель после установки ремня нужен особенно тщательный уход и надзор за ним.

16. При наличии переводных вилок следует строго следить за тем, чтобы ремни касались их только в моменты включения и выключения во избежание изнашивания и надрывов кромок ремней.

17. Ремень, сброшенный со шкива во время хода, не должен касаться вала, во избежание нагревания ремня. Сбрасывание ремней допускается не на валы, а на расположенные над ними и возле них специальные крючки и ремнедержатели.

18. С целью устранения скольжения ремней по шкивам допускается смазка ремней исключительно нейтральными (бескислотными) мазями.

19. Канифоль и прочие смолистые и липкие вещества ни в каком случае не должны применяться для смазки каких бы то ни было ремней. Смазка канифолью является причиной преждевременного износа ремней. Кроме того, канифоль и другие смолистые вещества в сильной степени загрязняют обода шкивов.

20. Кожаные ремни можно смазывать обыкновенным бычьим салом; верблюжьи и хлопчатобумажные ремни можно смазывать так же, как и кожаные ремни; резиновые ремни не нуждаются в смазке, так как эти ремни не обладают способностью впитывать какие бы то ни было мази. В исключительных случаях для резиновых ремней можно применять несколько капель касторового масла.

21. Перед смазкой ремень следует чисто протереть влажной теплой тряпкой и дать ему высохнуть, а обода шкивов прочистить бензином. Затем между ремнем и шкивом следует положить небольшое количество смазочного вещества.

В первый момент возможно даже увеличение скольжения ремня, но вскоре благодаря нагреванию ремня смазочное вещество свободно впитывается в ремень, в результате чего последний укорачивается и скольжение устраняется.

22. Сшивку ремней следует производить по тем способам, которые приняты на заводе.

Инструктаж по сшивке ремней дежурный шорник получает от старшего заводского шорника.

23. Как новые ремни, так и снятые с трансмиссии следует хранить свободно висящими на крючках или в рулонах и защищать от сырости, дневного света и ветра.

24. Для оберегания ремней от крыс и мышей рекомендуется смазывать их, особенно места сшивок, касторовым маслом.

25. После всяких работ с приводными ремнями дежурный шорник должен ставить на место ограждения и следить за тем, чтобы ограждения у всех приводов были на месте.

Инструкция дежурному слесарю

1. Дежурный слесарь обслуживает во время смены мелким и текущим ремонтом все машины и аппараты суперфосфатного цеха.

2. В части плановых ремонтных работ дежурный слесарь производит работу под непосредственным руководством и наблюдением бригадира механической мастерской или ремонтного мастера, а в части срочных работ, не требующих отлагательства — по указанию сменного инженера.

3. К плановым ремонтам, в выполнении которых обязан принимать участие дежурный слесарь, относятся смена щек и дробилок, смена ковшей у элеваторов, смена кулачков и кулачковых дробилок, смена роликов и колец в кольцевых мельницах, смена валов и шнеков, смена клапанов у котлов Лоренца, а также все работы некапитального характера.

4. Во время дежурства дежурный слесарь обязан иметь полный набор гаечных ключей для каждой машины, имеющейся в цехе, а также весь слесарный инструмент, который может понадобиться во время работы.

5. При приемке смены дежурный слесарь обязан узнать у своего предшественника, а также у рабочих, обслуживающих аппаратуру, какой нужен ремонт в его смену. Затем ознакомиться с характером работы на месте, подготовить весь нужный инструмент, после чего приступить к работе.

6. Дежурный слесарь обязан следить за исправностью всех ограждений.

Готовый суперфосфат отправляется большей частью навалом и отчасти в кулях. Отправка в кулях производится, главным образом, в тех случаях, когда суперфосфат должен быть перегружен на воду или на узкую колею, или же когда он уходит на большие расстояния, в особенности в случаях, если потребитель расположен далеко от железной дороги. Нагрузка в вагоны большей частью производится вручную, посредством тачек из склада, к которому непосредственно подаются вагоны.

Существуют специальные машины для просеивания суперфосфата и погрузки его в кули или мешки, так называемые экспедиционные машины, но погрузка суперфосфата навалом еще не механизирована.

Рационализаторский трест Оргхим разрабатывает соответствующие механизмы для погрузки суперфосфата навалом.

Считаем необходимым привести для практической работы следующие основные правила для погрузки вагонов насыпью (навалом), разработанные рационализаторской конторой «Оргатара».

Несмотря на обязательный технический осмотр вагона агентом железнодорожной станции, перед погрузкой надлежит проверить, удовлетворяет ли состояние вагона следующим условиям:

1. Вагон должен быть сухим и чистым (воспрещается грузить товар насыпью в влажный внутри вагон).

2. В полу и стенах не должно быть щелей, а если они есть, их необходимо заделать.

3. Крыша должна быть в исправности; при обнаружении дефектов нужно крышу починить; если же ремонт крыши очень сложен, то надо забраковать вагон по акту и затребовать другой.

4. Люки должны быть исправны и аккуратно закрыты.

5. Перед погрузкой одна дверь должна быть аккуратно закрыта и внутри вагона перед этой дверью должен быть поставлен исправный щит, а при отсутствии щитов дверь

должна быть заложена досками, положенными на ребро и плотно приложенными одна к другой.

6. До начала погрузки насыпью вагонные бунксы должны быть защищены от засорения.

При погрузке навалом должно быть принято к руководству нижеследующее:

7. Необходимо всемерно стараться загружать в вагон 20 тонн, и во всяком случае не менее 18 тонн.

8. Необходимо вести насыпку или укладку внутри вагона с двух концов к дверям, с таким расчетом чтобы площадь вагона между дверьми оставалась свободной.

9. По окончании погрузки поставить второй щит или заложить дверное отверстие досками, положенными на ребро, и затем аккуратно закрывать дверь.

Технологический процесс

Принцип утилизации камерных газов. При разложении фосфоритов серной кислотой наряду с трикальцийфосфатом $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ действию серной кислоты подвергаются и примеси, содержащиеся в фосфорите. Эти второстепенные реакции в результате дают некоторые продукты в виде газов или твердых веществ. Газовыделение и выделение избыточной влаги при разложении фосфоритов играют огромную роль в процессе, придавая массе суперфосфата характерную пористость.

Твердые же вещества, полученные в результате этих побочных реакций, остаются в суперфосфате и являются неотъемлемой частью его.

Таким образом было бы неверно, если бы мы рассматривали суперфосфат как смесь только двух веществ: монокальцийфосфата и гипса, не считая влаги, которой нормально в суперфосфате содержится 15%.

Нужно отметить, что продукты побочных реакций никакого значения в смысле увеличения ценности суперфосфата не имеют, так как в питании растений они никакой роли не играют, наоборот, некоторые из этих продуктов вредно действуют на растения и понижают процент усвояемой ими фосфорной кислоты суперфосфата. Например, полуторные окислы железа и алюминия Fe_2O_3 и Al_2O_3 , содержащиеся в фосфоритах, при разложении их серной кислотой дают продукты, вызывающие явление так называемой ретроградации, т. е. обратного перехода фосфорноокислых соединений суперфосфата из формы, усвояемой растениями, в форму неусвояемую.

Утилизация твердых продуктов побочных реакций — дело технически почти неосуществимое и экономически невыгодное, поскольку эти продукты представляют собой весьма малую ценность.

Так же обстоит дело и с газообразными продуктами разложения, за исключением фтористого кремния (SiF_4), для

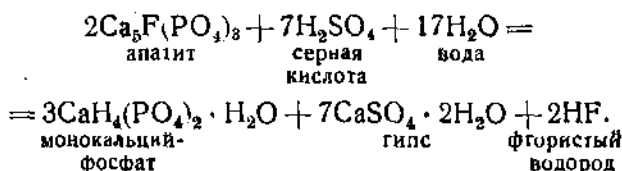
утилизации которого каждый суперфосфатный завод должен иметь специальную установку.

Выделение фтористого кремния из фторосодержащих фосфоритов или апатитов заключается в том, что два продукта побочных реакций, вступая во взаимодействие между собою, образуют фтористый кремний.

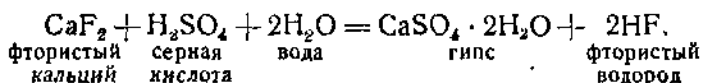
Таким образом образование фтористого кремния протекает как бы в три реакции (три фазы).

Первая реакция заключается в том, что при разложении, например, апатита наряду с кальциевым фосфатом и гипсом получается и фтористый водород HF, водный раствор которого известен под названием плавиковой кислоты.

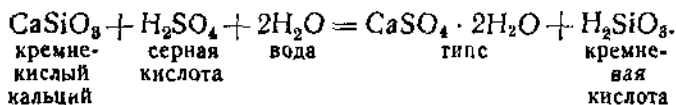
Химически первая реакция протекает по уравнению:



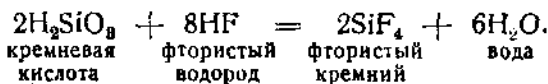
Для фосфоритов, в которых фтористый кальций CaF_2 химически не связан с трикальцийфосфатом, реакция протекает по уравнению:



Вторая реакция заключается в том, что серная кислота, действуя на кремнекислый кальций CaSiO_3 (примесь в фосфорите), образует гипс и кремневую кислоту H_2SiO_3 .



В третьей реакции кремневая кислота, соединяясь с фтористым водородом, образует фтористый кремний:



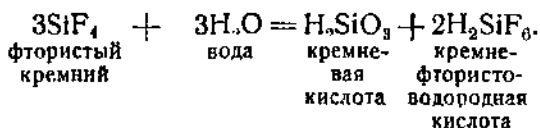
Полученный таким образом фтористый кремний используется на суперфосфатных заводах для переработки его в кремнефтористый натрий — весьма ценный продукт, употребляемый при изготовлении различных эмалей, в производстве стекла, для борьбы с вредителями сельского хо-

зйства и т. д. Помимо получения ценного продукта использование фтористого кремния имеет еще одно важное значение, а именно: фтористый кремний — газ чрезвычайно ядовитый и выпуск этого газа в атмосферу при отсутствии на заводе установки для его использования влечет за собой отравление воздуха и, неизбежно, часто тяжелые отравления рабочих.

Описание процесса. Процесс переработки фтористого кремния на кремнефтористый натрий особой сложностью не отличается и в основном протекает по следующим стадиям:

- 1) конденсирование и абсорбция фтористых газов;
- 2) обработка продукта абсорбции раствором поваренной соли.

Первая стадия производства основана на том, что фтористый кремний в отсутствии влаги может существовать как газ только при повышенной температуре (110—130°). При значительно более низкой температуре фтористый кремний вступает во взаимодействие с парами воды, одновременно с ним выходящими из камеры разложения, с образованием кремневой и кремнефтористоводородной кислоты.



Первый продукт (кремневая кислота) выпадает на дно камеры в виде студенистого осадка, второй (кремнефтористоводородная кислота) в виде бесцветной жидкости.

Эта реакция в основном протекает в специальной камере, называемой конденсационной камерой, куда газ по газоходу направляется из камеры разложения.

Указанная реакция в конденсационной камере протекает обычно не полностью, т. е. не все количество поступающего в нее фтористого кремния переходит в кремневую кислоту и кремнефтористоводородную кислоту.

Происходит это частично из-за недостатка влаги, частично из-за недостаточного охлаждения газов в конденсационной камере. Поэтому газ из конденсационной камеры переходит в другую камеру — абсорбционную, назначение которой уловить остатки фтористого кремния.

В отличие от конденсационной абсорбционная камера орошается водой, поступающей через особые разбрызгиватели. Вода, встречая на своем пути проходящий газ, поглощает его (абсорбирует) и в результате в абсорбционной

камере мы получаем те же продукты, что и в конденсационной.

Вообще такое сочетание конденсационной и абсорбционной камер в установке для улавливания фтористого кремния вовсе необязательно. В большинстве случаев для улавливания фтористого кремния устанавливают только одну камеру (на мощных заводах — две), орошаемую водой.

Нужно отметить, что отсутствие в некоторых установках конденсационной камеры мало отражается на степени улавливания фтористого кремния, конечно при условии, если камера, орошаемая водой, имеет достаточную емкость и исправно работают разбрызгиватели.

Таким образом в результате взаимодействия фтористого кремния с водой (независимо от того, приходит эта вода извне в виде орошения или сопровождает фтористый кремний в виде пара с момента его выделения в камере разложения) мы получаем два продукта с различным физическим состоянием: кремневую кислоту в виде студенистого осадка и кремнефтористоводородную кислоту в виде жидкости.

Дальнейший процесс производства, поскольку конечная его цель — получение кремнефтористого натрия, естественно связан с кремнефтористоводородной кислотой, так как кремнефтористый натрий является солью кремнефтористоводородной кислоты и получается из последней путем обработки ее раствором поваренной соли.

Поэтому следующим процессом в производстве является отделение кремневой кислоты от кремнефтористоводородной. Так как оба эти вещества находятся в данном случае в виде различных физических состояний — первое в твердом виде, а второе в жидком, то разделение их осуществляется или простым фильтрованием или отстаиванием в баках-отстойниках. Последнее менее удобно в том отношении, что отстаивание требует много времени и, кроме того, не всегда возможно отстаиванием хорошо отделить эти вещества друг от друга.

Наиболее успешно процесс осаждения кремнефтористого натрия протекает в том случае, когда кремнефтористоводородная кислота обладает крепостью не ниже 5—6° Боме. Поэтому орошение камер регулируют с таким расчетом, чтобы получить кислоту желаемой крепости. Повысить крепость кислоты можно в том случае, если уменьшить количество орошения в поглотительной камере, а это не всегда выгодно, потому что уменьшенное орошение не сможет полностью поглотить проходящие через камеру газы.

В этом случае поступают так: количество орошения не

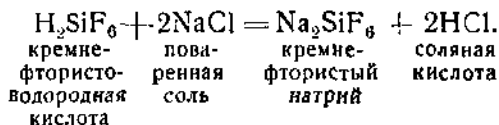
уменьшают, а полученную слабую кислоту прибавляют к орошению, заставляя ее несколько раз пройти через камеру.

Таким образом кремнефтористоводородная кислота достигает нужной крепости.

Для получения кремнефтористого натрия отфильтрованный раствор кремнефтористоводородной кислоты нужной крепости обрабатывается раствором поваренной соли NaCl , причем поваренной соли для этого берется на 7—8% больше того количества, которое нужно на основании теоретического расчета.

Процесс осаждения кремнефтористого натрия ведут в специальных баках-кристаллизаторах.

Для этого отмеренное количество обоих растворов (поваренной соли и кремнефтористоводородной кислоты) сливают в кристаллизатор, некоторое время перемешивают (примерно минут 5) и затем дают массе отстояться, в зависимости от объема, до 1 часа. Осаждение кремнефтористого натрия протекает по такому уравнению:



После того как осадок кремнефтористого натрия выпал на дно, покрывающий его слой жидкости удаляют из кристаллизатора сифоном или насосом. Затем осадок промывают один или, если нужно, несколько раз чистой водой и передают его на центрофуги для удаления влаги.

Конец центрофугирования определяется по прекращению выделения жидкости из сточной трубы центрофуги. Главная масса жидкости отделяется в центрофуги, тем не менее кремнефтористый натрий выходит из центрофуги с сравнительно большим содержанием влаги и поэтому нуждается в дальнейшей сушке.

Сушка эта осуществляется или в простых шкафных сушилках или в специальных механизированных сушилках. После сушки продукт загружают в тару (обычно двойные мешки) и отправляют на склад. На рис. 79 и 80 изображены план и разрез установки для переработки камерного газа на кремнефтористый натрий.

Характер самого производства требует, чтобы аппаратура и соединяющие отдельные аппараты — газопроводы, трубы и т. д. — были достаточно плотны и не пропускали газов. При таких условиях сама аппаратура работает лучше, кроме того, это вызвано также соображениями гигиены.

Газоход от камеры разложения к абсорбционной камере больше чем всякая другая часть установки подвергается действию газов.

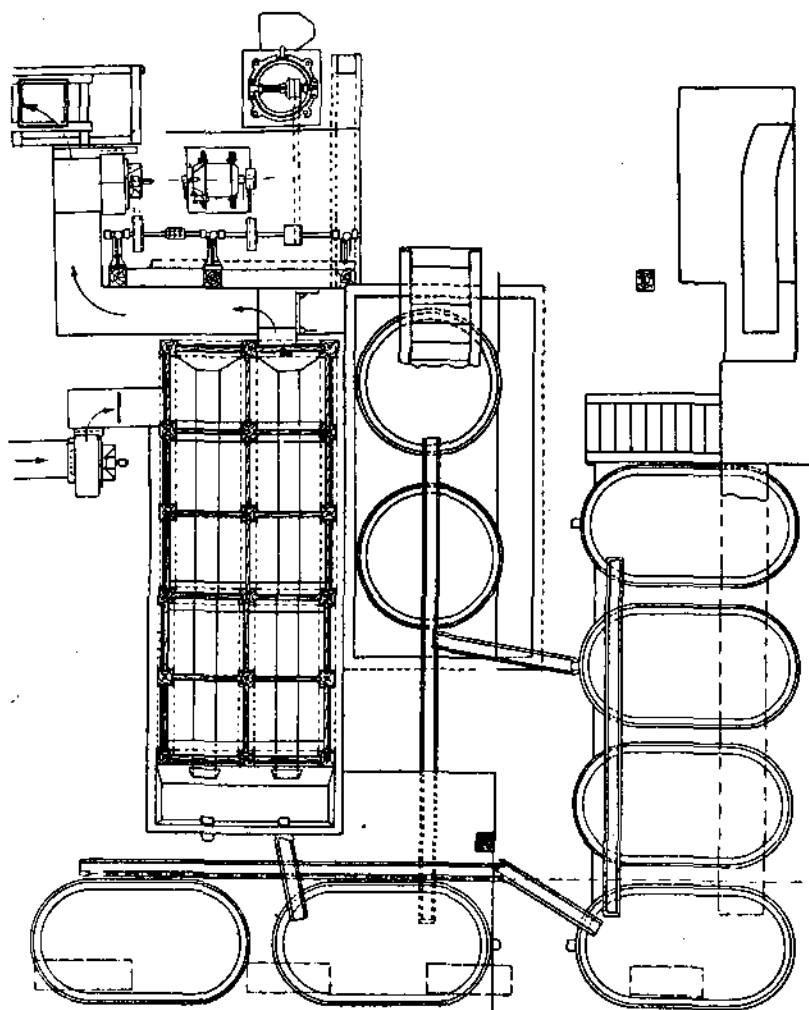


Рис. 79. Установка для получения кремнефтористого натрия (план).

Обычно эти газоходы делали деревянными из дюймовых просмоленных досок в два слоя. Быстрая изнашиваемость таких газоходов заставила усложнить их устройство, уве-

168

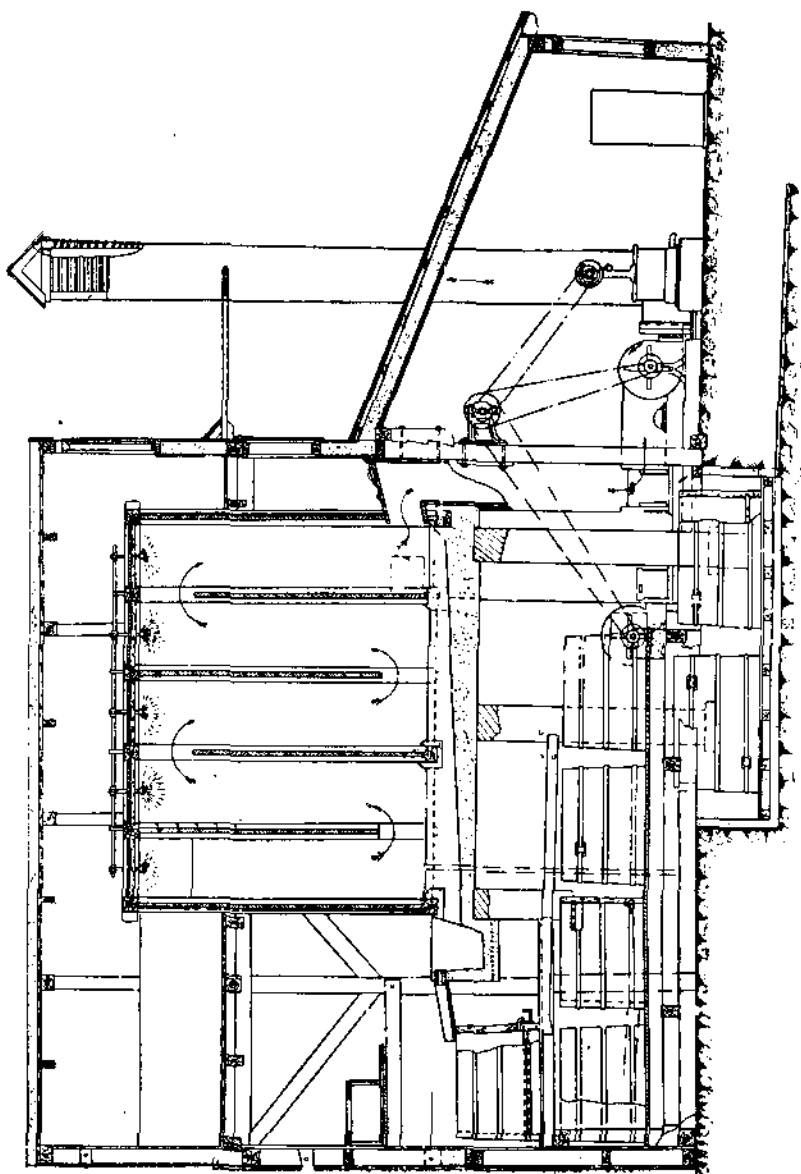


Рис. 80. Установка для получения кернефтористого натрия (разрез).

личить количество слоев досок и проложить между ними прокладки из руберойда. За последнее время в практику вошли газоходы из железобетона, которые раньше не строили из опасения, что они будут разъедаться газами.

Аппаратура

Поглотительные камеры

В производственной практике употребляется несколько типов поглотительных камер. В большинстве случаев поглощение фтористых газов в этих камерах проводится по

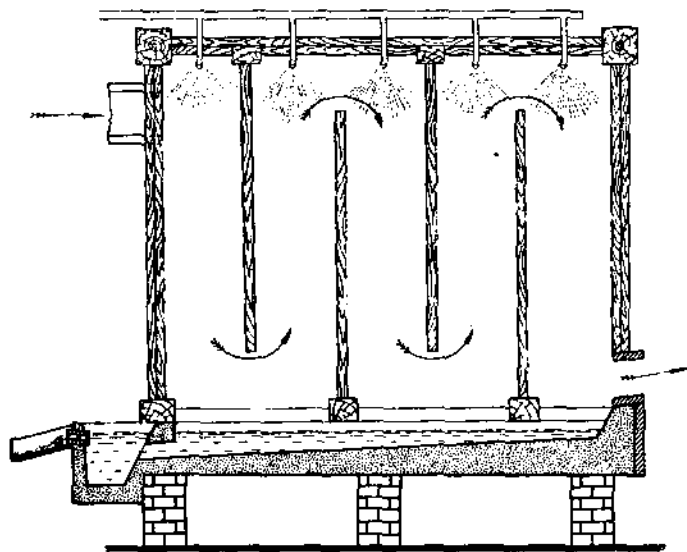


Рис. 81. Камера Лютьенс и Людвиг.

одному и тому же принципу. Различаются же камеры только конструктивно, главным образом в отношении распыления орошающей жидкости.

Камера Лютьенс и Людвиг. Камера Лютьенс и Людвиг (рис. 81) имеет следующее устройство. Деревянная или кирпичная прямоугольная камера довольно больших размеров строится из толстых досок в два ряда, причем доски внутреннего слоя соединяются между собой на шпунт или косой срез.

Для сшивания досок желательно иметь гвозди и болты медные, потому что они меньше подвергаются разъедаю-

щему действию газов. Внутри камера разделена перегородкой на 4—5 сообщающихся между собой отделений.

Газы, поступающие в камеру, проходят все отделения, в каждом меняя направление своего движения, т. е. в первом отделении газ идет снизу вверх, во втором — сверху вниз и т. д. Каждое отделение камеры планками разделяется на отдельные полки, на которые накладываются слои хвороста. Сверху каждое отделение камеры орошается с помощью форсунки, укрепленной в потолке камеры. Для проталкивания газов камера снабжена хвостовым вентилятором.

Нижняя часть камеры делается из кирпичной кладки на цементно-известковом растворе и покрывается сверху асфальтовой мастикой для предохранения кирпича от разъедания.

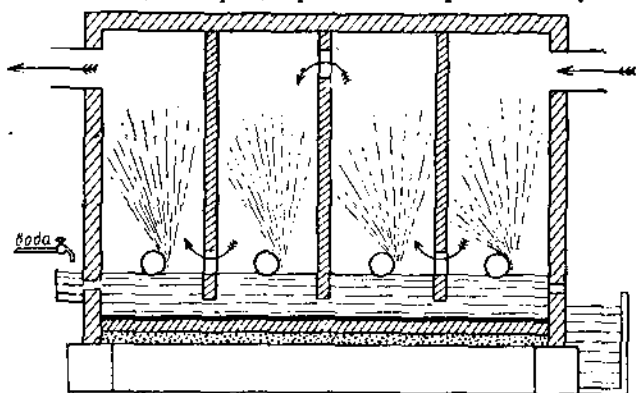


Рис. 82. Усовершенствованная камера Лютьенс и Людвиг.

Пол камеры имеет небольшой наклон и кончается по выходе из камеры сборником для вытекающей из камеры жидкости. Из сборника жидкость удаляется или насосом, если камера установлена на полу здания, или стекает по жолобу, если камера поставлена на некоторой высоте. К недостаткам этой камеры нужно отнести прежде всего то, что слои хвороста создают большое сопротивление прохождению газа. Поэтому приходится ставить вентилятор большой мощности (излишняя трата энергии). Кроме того, хворост часто загрязняется фосфоритной пылью, приносимой газами в камеру, осадком кремневой кислоты и т. д.

В настоящее время эта камера значительно усовершенствована, насадка из хвороста выброшена, разбрызгивающие приспособления устроены снизу и т. д.

В усовершенствованном виде камера имеет следующие устройства (рис. 82). Камера сделана целиком из кирпича.

Пол камеры бетонный, покрыт слоем кирпича и замазан сверху мастикой из асфальта и смолы. Так же как и в предыдущем случае вытекающая из камеры жидкость подается в сборный бак, из которого жидкость выкачивается насосом. На случай порчи насоса бак имеет перелив, через который жидкость сливается в канализацию.

Камера снабжена вентилятором для протягивания газов и изнутри разделена перегородками на 4—5 отделений.

Вода для орошения камеры поступает через отверстие, расположенное на некоторой высоте от пола камеры. С противоположной стороны камеры на этом же уровне имеется сток для жидкости, вытекающей из камеры. Сток этот соединяется со сборным баком. Таким образом дно камеры все время покрыто слоем жидкости. Особый интерес представляют в этой камере разбрызгивающие приспособления. Для разбрызгивания орошающей жидкости внутри камеры имеются в каждом отделении горизонтально расположенные поперек камеры валики. Валики сделаны из чугуна и покрыты сверху слоем эбонита, причем эбонитовая поверхность валиков делается зубчатой или рифленной.

Валики монтируются на подшипниках, расположенных на наружной стенке камеры с таким расчетом, чтобы они примерно на $\frac{1}{4}$ были погружены в слой жидкости. Отверстие в стенках, через которые проходят валики, покрыто свинцом или медью. Валики снабжены шкивами и приводятся во вращение таким образом, что они дают брызги, направленные вверх.

Поверхность валиков делается зубчатой или рифленной для того, чтобы получить более тонкое и частое разбрызгивание. Такой валик расходует энергию 0,5 лоша. сил. Для наблюдения за работой камеры в стенках ее имеются сквозные смотровые отверстия.

Подшипники, поддерживающие валики, передвижные. Благодаря этому валики можно поднимать или опускать, погружая их меньше или больше в слой жидкости на дне камеры. Таким образом можно отрегулировать работу валиков так, чтобы они все время давали брызги, направленные вверх.

Регулировку крепости вытекающей кислоты производят, открывая больше или меньше кран для воды. Крепость вытекающей кислоты замеряется в сборном баке с помощью ареометра.

Постепенно камера загружается осевшей кремневой кислотой и поэтому нуждается в периодической чистке.

Характерными особенностями этой камеры является прин-

цип противотока воды и газа и особое устройство разбрызгивающего приспособления.

Камера Кестнера. Следующим типом поглотительной камеры является камера Кестнера (рис 83). Камера Кестнера отличается большой компактностью и совершенством по

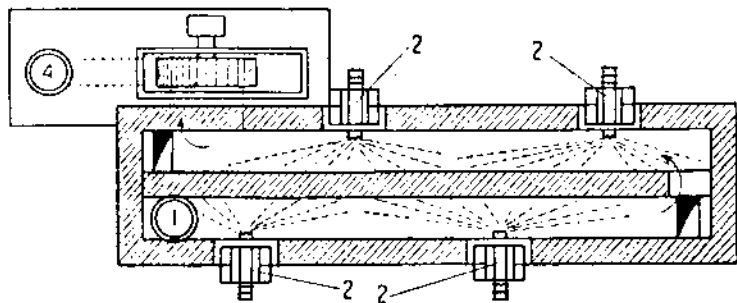


Рис. 83. Камера Кестнера.

сравнению с другими камерами. Внутренние размеры этой камеры: высота 2,5 метра, ширина 0,4 метра. Камера делается из кирпича, железобетона или дерева и покрыта изнутри особым кислотоупорным лаком.

Разбрызгивающие приспособления устраиваются по два, три и четыре на каждую камеру и укрепляются сбоку по

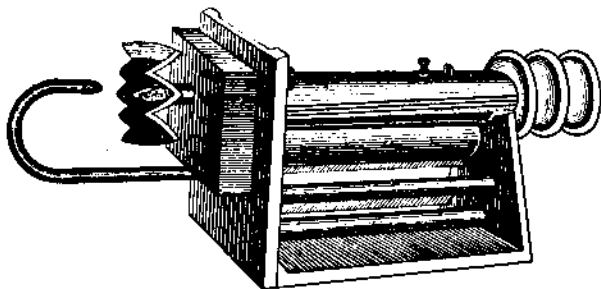


Рис. 84. Разбрызгивающий механизм камеры Кестнера.

длине камеры. Часто эти камеры устраивают двухсторонними. В этом случае камера состоит по длине как бы из двух сообщающихся отделений. Разбрызгивающий механизм (рис. 84) состоит из звездочки, устроенной особым образом и насаженной на ось. К звездочке спереди по трубке подводится вода. Звездочка приводится в быстрое вращение (1 200—1 500 оборотов в минуту), при этом попадающая

на звездочку из трубки вода мелко распыляется и разбрызгивается по всей камере. Звездочка имеет в диаметре 15 сантиметров. Трубки, подводящие воду, так же как и звездочки делаются из меди и бронзы. Камера, как и в предыдущих случаях, имеет бак для стока вытекающей из камеры жидкости и, кроме того, сверху имеются еще бачки для питания разбрызгивателей.

Питание разбрызгивателей производится водой и частично кислотой из сборного бака. На случай переполнения питательных бачков они имеют обратный слив в сборный бак.

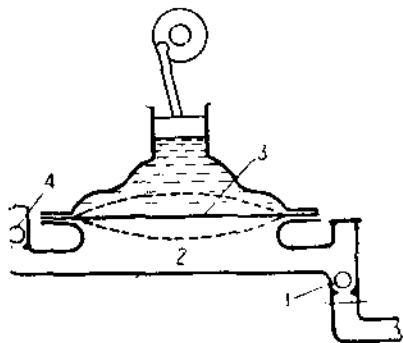


Рис. 85. Схема мембранного насоса.

Для перекачки полученных растворов чаще всего употребляются мембранные насосы, позволяющие перекачивать густые и загрязненные жидкости. Схема такого насоса показана на рис. 85. Насос состоит из двух частей: верхней части, снабженной цилиндром с поршнем, и нижней части, через которую проходит перекачиваемая жидкость.

В нижней части расположены шаровые клапаны.

Обе части насоса разделяются мембраной. Верхняя часть насоса заполнена машинным маслом. Работа насоса протекает следующим образом: при ходе поршня вверх в насосе создается разрежение, и перекачиваемая жидкость, преодолевая сопротивление впускного клапана 1, врывается в пространство 2. При этом мембрана 3 несколько выгибается и принимает положение, указанное верхним пунктиром. При ходе поршня вниз давление, производимое им на масло, передается мембране, которая соответственно выгибается и принимает положение, указанное нижним пунктиром. При этом часть жидкости из пространства 2 вытесняется и, преодолев сопротивление выпускного клапана 4, выходит наружу. Клапаны насоса приготовлены из свинца и покрыты слоем резины. Вообще все части насосов, соприкасающихся с перекачиваемыми в данном случае растворами, покрываются резиной. Для больших мощностей употребляют насосы центробежные, приготовленные из бронзы, мало подвергающиеся действию этих растворов, или из другого материала. Соприкасающиеся с раствором части покрываются также эбонитом.

Насосы подают полученный в камерах раствор на фильтрацию.

Фильтры

Песчаный фильтр. Самым простым для этой цели является песчаный фильтр (рис. 86). Песчаный фильтр представляет собой деревянный, обычно круглый бак, снабженный снизу выпускным отверстием. Бак примерно на $\frac{3}{4}$ заполнен насадкой, следующей от дна к верху слоями в таком порядке: крупный кварц, мелкий кварц, гравий, мелкий гравий, песок.

Толщина слоя песка обычно 20 сантиметров, толщина всей насадки до 1 метра.

Подвергающийся фильтрации раствор подается в фильтр сверху и выходит из выпускного отверстия очищенным. Так как загрязняющие фильтруемую жидкость примеси остаются в фильтре, последнее время от времени подвергается промывке.

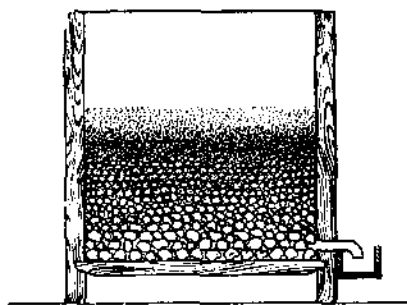


Рис. 86. Песчаный фильтр.

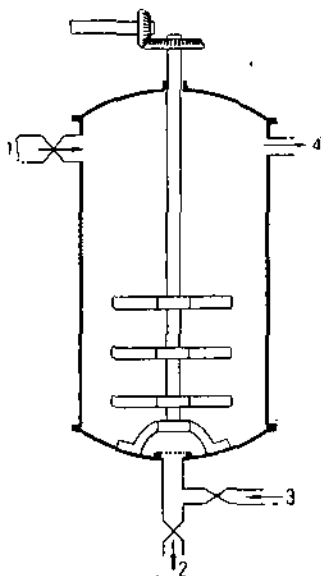


Рис. 87. Фильтр с механической очисткой.

Фильтр с механической очисткой. Для фильтрования употребляются также и другого устройства фильтры, работающие на том же принципе, что и простые песчаные фильтры. Такие фильтры (рис. 87) представляют собой железные сварные котлы, выложенные внутри резиной.

Фильтр снабжается валом с мешалкой и заполняется, примерно на $\frac{3}{4}$, насадкой. Нормально мешалка не вращается, и фильтрование происходит так же как и в предыдущем слу-

чае, т. е. фильтруемая жидкость подается сверху через отверстие 1 и, пройдя через насадку, очищается и вытекает из выпускной трубы 2 наружу. Когда насадка значительно загрязнена, доступ в фильтр фильтруемой жидкости прекращают.

Для очистки в фильтр снизу через трубу 3 впускают чистую воду и пускают в ход мешалку. Мешалкой насадка тщательно перемешивается и промывается при этом водой, которая стекает через верхний перелив 4. После того, как насадка достаточно промыта, а об этом судят по тому, что из верхнего перелива вытекает уже чистая вода, подачу воды в фильтр прекращают и останавливают мешалку. Насадка при этом сама садится на место, т. е. внизу самые крупные куски, сверху самые мелкие. После этой операции, которая длится, примерно, 30—40 минут, фильтр снова готов к работе.

При любом способе фильтрации, даже на более совершенных фильтрах, бывает очень трудно получить фильтрат, совершенно не содержащий взмученных частиц кремневой кислоты или фосфоритной муки, попадающей вместе с газами конденсационной камеры и, следовательно, в раствор кремнефтористоводородной кислоты, тем более если фильтрование производилось на простом песчаном фильтре.

Поэтому, если хотят получить конечный продукт достаточно чистым, необходимо отделить раствор от этих частиц. Самый простой и в то же время надежный способ — это отстаивание.

Отстойники

Раствор после фильтрации помещают в большие баки-отстойники, где производится в течение нескольких часов (5—6) отстаивание; при этом прошедшие через фильтр частицы оседают на дно бака, а раствор делается совершенно чистым.

Отстойники делаются обычно деревянными, круглой или овальной формы и имеют следующие размеры: 2,5—3 метра в поперечнике и 1,5 метра высоты. Для выпуска отстоявшейся жидкости отстойники так же, как и сборные баки, снабжены керамиковыми или эбонитовыми кранами.

Кристаллизаторы.

Отстоявшийся раствор кремнефтористоводородной кислоты готов к обработке его раствором поваренной соли. Смешение этих двух растворов производят в кристаллизаторах — деревянных баках, устроенных подобно сборникам,

но в отличие от последних кристаллизаторы снабжаются механическими мешалками с деревянными лопастями. Чаще же перемешивание растворов производится с помощью сжатого воздуха, причем для этого устроено точно такое же приспособление, как и для перемешивания кислоты при сиропке.

По окончании реакции массу дают отстояться, причем осадок кремнефтористого натрия садится на дно кристаллизатора. После отстаивания, продолжающегося в зависимости от объема 45—60 минут, маточный раствор с содержащейся в нем полученной при реакции соляной кислотой и избытком поваренной соли сливается и идет в отброс, а осадок в кристаллизаторе промывают несколько раз водой. После этого осадок передают на центрифугирование.

Процесс центрифугирования в сущности является процессом фильтрования с использованием для этого центробежной силы.

Сущность центрифугирования становится вполне ясной при ознакомлении с устройством аппаратов, употребляемых для этой цели — центрофуг.



Центрофуга

Рис. 88. Центрофуга.

Центрофуга (рис. 88) состоит из дырчатого барабана, вращающегося на валу с чрезвычайно большой скоростью, достигающей 1 500 оборотов в минуту.

Осадок кремнефтористого натрия после промывки содержит в себе значительное количество жидкости и поэтому представляет собой полужидкую кашицеобразную массу.

Эту массу загружают в барабан центрофуги. После этого центрофугу пускают в ход. Благодаря огромной скорости развивается большая центробежная сила, которая выбрасывает частицы жидкости наружу через отверстия в барабане.

Так как внутренняя поверхность барабана покрыта фильтрующим полотном, то частицы кремнефтористого натрия не могут проскочить через поры фильтрующего полотна

и остаются внутри барабана. Таким образом и происходит в центрофуге отделение осадка от содержащейся в нем жидкости. Снаружи центрофуга покрыта кожухом, который внизу имеет отверстие для стока жидкости, вытекающей из барабана.

Барабан центрофуги обычно делается из меди. Остальные части — железные. Причем вращающаяся часть центрофуги — барабан — делается особо прочным, так как благодаря большой центробежной силе материал, загруженный в барабан давит на него с большой силой 5—6 килограммов на 1 кв. сантиметр боковой поверхности барабана.

Время, нужное для отделения жидкости, определяется для данной центрофуги количеством содержащейся в осадке жидкости. Конец центрофугирования определяется обычно на-глаз. Его считают законченным, когда прекращается истечение жидкости через выводную трубу в кожухе барабана. По окончании центрофугирования центрофугу останавливают и осадок из барабана выгружают вручную.

Такого рода центрофуги называют центрофугами периодического действия, потому что на них невозможно осуществить непрерывное центрофугирование. Их периодически приходится останавливать для выгрузки и загрузки.

Существуют также и центрофуги непрерывного действия, в которых загрузка и выгрузка не связаны с остановкой центрофуги. Но такие центрофуги в производстве кремнефтористого натрия обычно не применяются, главным образом из-за малых масштабов его производства.

Достаточно указать на то, что суперфосфатный завод производительностью в 150 тысяч тонн может дать кремнефтористого натрия только 200—250 тонн в год.

Сушилки

По выходе из центрофуги кремнефтористый натрий содержит в себе значительное количество влаги, и поэтому подвергается сушке.

Шкафная сушилка. Сушка производится в простой шкафной печи. Такая печь состоит из железного шкафа, заделанного в кирпичную кладку. Внутри шкаф имеет ряд горизонтально расположенных планок, на которые устанавливаются противни с кремнефтористым натрием. Отапливается печь дровами или углем.

Высушенный кремнефтористый натрий взвешивается, загружается в тару (в мешки) и отправляется на склад.

Механическая сушилка. При более крупных масштабах производства процесс сушки кремнефтористого натрия со-

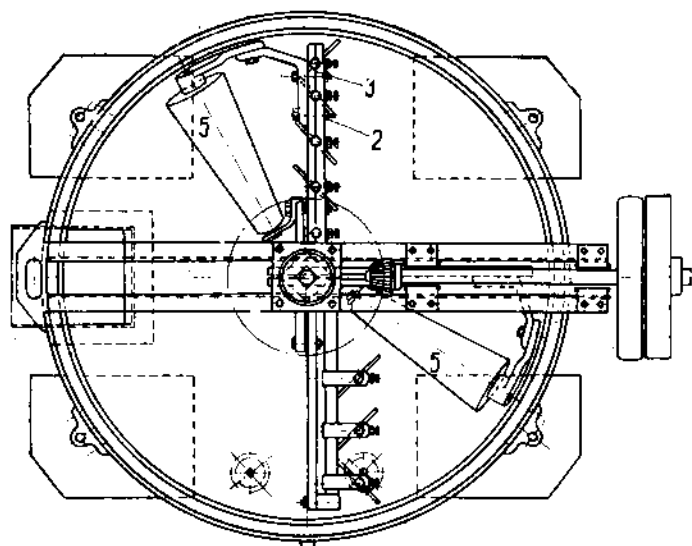
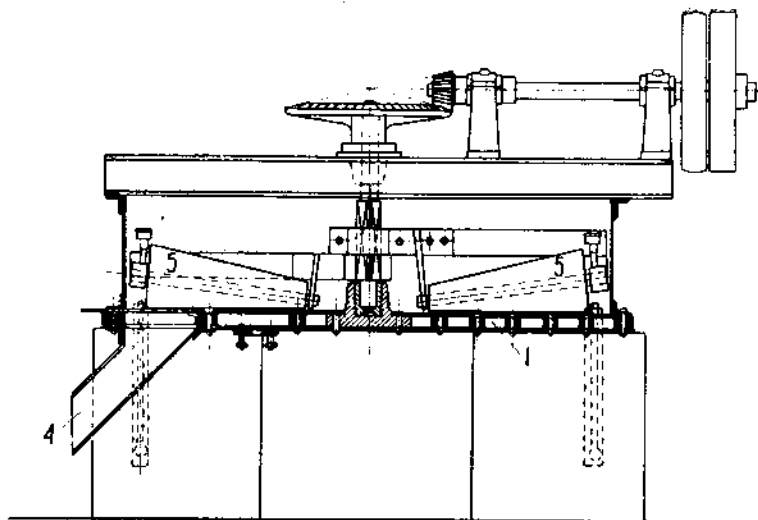


Рис. 89. Механическая сушилка.

ответственно механизмируется применением специальной механической сушилки. Такая сушилка показана на рис. 89.

Материал, подвергаемый сушке, сверху поступает на паровую плиту 1, у центра ее захватывается зубьями 2 гребков 3, медленно передается к краю сушилки и выходит из нее через отверстие 4.

Обогревается сушилка паром, выпускаемым через отверстие внутри плиты. Сконденсировавшийся пар выходит из сушилки через второе отверстие.

При сушке кремнефтористый натрий комкуется. Поэтому сушилка снабжается для разбивания образующихся комков двумя коническими валиками 5, катящимися по плите впереди гребков.

Такая сушилка по сравнению с шкафной имеет следующие преимущества:

- 1) непрерывная сушка;
- 2) устранение ручного труда при загрузке и выгрузке сушилки;
- 3) небольшая площадь при сравнительно высокой производительности;
- 4) простота ухода.

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие газы выделяются при разложении фосфоритов?
2. Почему необходимо улавливать выделяющиеся газы?
3. Чем объясняется образование ила в газоходах, отводящих фтористые газы?
4. Какой продукт получается в результате переработки фтористых газов?
5. Какое применение находит кремнефтористый натрий в промышленности и сельском хозяйстве?
6. Как протекает процесс поглощения фтористых газов и последующий процесс переработки кремнефтористоводородной кислоты на кремнефтористый натрий?
7. Как устроена камера для поглощения фтористых газов?
8. Для какой цели производится центрофугирование кремнефтористого натрия?

14. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУПЕРФОСФАТА

До настоящего времени несмотря на мощное развитие суперфосфатной промышленности производство суперфосфата не подвергалось каким-либо существенным изменениям сравнительно с теми способами, которые существовали десятки лет назад. Основная технологическая операция по получению суперфосфата производится в смесительных котлах Лоренца, заканчивается реакция в вагонах Бескова или камерах Венка.

Котел Лоренца, вагон Бескова — вот та основная аппаратура, которая служит для выработки суперфосфата. Подвергались изменениям только основные размеры аппаратов. Если раньше мы имели камеры емкостью около 50 тонн, то с развитием производства камеры увеличены до 200 тонн, увеличен объем котлов Лоренца, но принцип периодической работы на такой аппаратуре остался.

Для того чтобы изготовить одну камеру суперфосфата, нужно произвести больше ста замесов в котле Лоренца, а значит больше ста взвешиваний муки, больше ста отмеров кислоты.

Многократная дозировка исходных продуктов для суперфосфата не может, конечно, гарантировать постоянную навеску муки. При ручной работе на весах всегда возможны и неизбежны отклонения, а все отклонения от установленной дозировки в конечном итоге весьма отрицательно сказываются на качестве готового продукта.

При длительном замешивании вагона последние порции суперфосфатной массы выливаются на уже схватившийся суперфосфат, и, таким образом, масса готового суперфосфата является неоднородной по своим свойствам.

Еще одним недостатком прерывного процесса производства является длительное бездействие аппаратуры. В течение суток суперфосфатная аппаратура работает всего несколько часов, в остальное же время не может быть использована. В самом деле, при загрузке камеры в течение 3—3½ часов работают только транспортные приспособле-

ния, подающие муку, весы и котел Лоренца, а вся остальная аппаратура в это время стоит.

При вырезании суперфосфата бездействует вся аппаратура (3—4 часа). При выгрузке работают разгружающий камеру механизм и транспортер, передающий выгруженный суперфосфат на склад. Остальная аппаратура снова стоит. При подготовке камеры в продолжение около часа стоит вся аппаратура.

Такое положение наталкивает техническую мысль на необходимость коренной переделки производственного процесса получения суперфосфата. Предпринимаемые в этом отношении шаги идут по трем направлениям:

- 1) усовершенствование смесительных аппаратов;
- 2) усовершенствование камер разложения;
- 3) построение технологического процесса на новом принципе.

Из достижений, имеющихся у нас в СССР, укажем на аппарат системы Амосова для непрерывного смешения шихты и на способ непрерывного производства суперфосфата по методу инж. Фогта.

Аппарат Амосова

Принцип смешения в этом аппарате — двухстороннее смачивание слоя фосфоритной муки, сыпавшейся в форме пустотелого цилиндра.

Перемешивание муки и кислоты производится действием удара частиц самой кислоты при смешивании, а в дальнейшем смешивание продолжается в самой камере при непрерывном вливании струи смеси.

Смешивание муки с кислотой производится в цилиндре, куда поступает мука через загрузочную воронку. Крестовиной и резакми, насаженными на вал, при быстром вращении вала мука относится к внутренней стенке цилиндра.

Действием рассыпающего конуса и зазоров между цилиндром и конусом создается полый тонкостенный цилиндр из муки с равномерной толщиной стенки.

Кислота для смешения из напорного бака по трубе, находящейся внутри пустотелого вала, подается во вращающийся конус, откуда через выходные отверстия центробежной силой выбрасывается в виде диска внутри полого цилиндра муки. Обрызгивание фосфоритного цилиндра с внешней стороны достигается при помощи неподвижной кольцевидной трубы, снабженной большим числом отверстий.

Производительность аппарата Амосова в зависимости от его размеров — от 50 до 200 тонн суперфосфата в час. Этог

аппарат, давая большую производительность, позволяет закончить процесс смешения до начала гипсования в камере, тем самым сохранить подвижность всей массы в камере, а следовательно, дальнейшее перемешивание массы в камере под действием выделяющихся газов и паров.

Непрерывный способ получения суперфосфата

Непрерывный способ получения суперфосфата разработан инж. А. Ф. Фогтом. В настоящее время Гипрохимом проектируется завод для производства суперфосфата по этому способу.

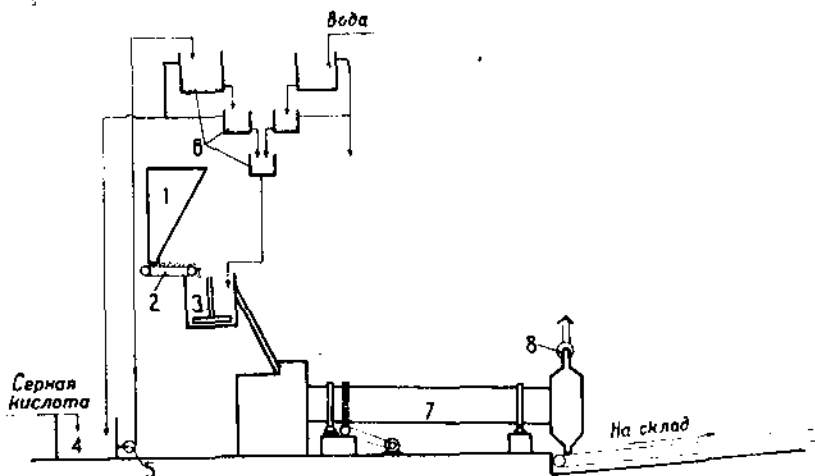


Рис. 90. Схема непрерывного получения суперфосфата.

Сущность непрерывного процесса получения суперфосфата видна из рис. 90, представляющего собою схему производства.

Фосфоритная или апатитовая мука из бункера 1 посредством питателя 2 непрерывно подается в реакционный бак 3, снабженный мешалкой. Одновременно так же непрерывно из бака 4 насосом 5 подается серная кислота в непрерывно действующую установку 6 для автоматической регулировки подачи кислоты. Из регуляторов 6 кислота подается в реакционный бак 3. Тщательно перемешанная смесь муки и кислоты из реакционного бака передается по течке в сушильный барабан 7, обогреваемый изнутри топочными га-

зами. За время прохождения массы через барабан заканчивается процесс образования суперфосфата и из барабана суперфосфат выходит сухим. Выделяющиеся при реакции газы отсасываются из барабана вентилятором 8. Выходящий из барабана суперфосфат посредством транспортера передается на склад.

Предварительно произведенные полузаводские опыты подтвердили полную возможность получения суперфосфата по непрерывному методу в больших масштабах. Кроме того, суперфосфат, полученный непрерывным методом, отличается и более высоким качеством. Например, содержание влаги в нем колеблется в пределах 6—8%, в то время как суперфосфат обычного приготовления содержит влаги не ниже 15%.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Общесоюзный стандарт ОСТ 51

СУПЕРФОСФАТ

А. Определение

Суперфосфатом называется фосфорнокислое удобрение, содержащее большую часть фосфорной кислоты в воднорастворимой форме; получается суперфосфат разложением фосфатов (фосфоритов, кости или смеси того и другого) серной кислотой.

Б. Технические условия

	1-й сорт	2-й сорт
а) Усвояемой (сумма водно- и цитратно-растворимой) фосфорной кислоты (P_2O_5)	16%	14%
б) Влаг не свыше	15%	15%
в) Содержание воднорастворимой (P_2O_5) должно составлять не менее 75% от суммы усвояемой P_2O_5 .		
Примечание. Допускаются отклонения для содержания P_2O_5 на 0,5% и влаги на 1%.		
г) Суперфосфат должен быть рассыпчатым и не должен слеживаться в твердые или мажущиеся комки.		

В. Правила приемки

а) **Отбор проб.** 1. Отбор проб суперфосфата производится на заводе. Отбираются пробы шупом не менее как из 10 мест кучи или из 10 мешков на каждый полный вагон.

Общий вес отобранной пробы из кучи должен составлять около 15 килограммов и из мешков около 5 килограммов.

2. Отобранные пробы тщательно перемешивают, выравнивают слоем около 2 сантиметров толщиной и делят этот слой на квадраты с длиной стороны в 16 сантиметров. Из каждого квадрата отбирают равные количества суперфосфата для получения пробы весом в 1,5 килограмма.

3. Отобранную таким образом пробу тщательно перемешивают и раскладывают в три чистые и сухие банки.

4. Банки запечатывают печатью сдатчика и приемщика; одна остается у продавца, вторая передается покупателю, третья хранится на заводе на случай экспертного анализа.

5. О взятии пробы составляют акт за подписями сдатчика и приемщика.

При взятии проб из куч в акте отмечают номер кучи и ее местонахождение на складе. При взятии проб из вагонов в акте указывают

номер вагона, номер накладной, станции отправления и назначения и день погрузки и отбора проб.

6. Покупатель передает пробу для анализа в лабораторию. О результатах анализа лаборатория одновременно сообщает покупателю и продавцу.

7. Продавцу и покупателю предоставляется право передать третью пробу для экспертного анализа, результаты которого обязательны для обеих сторон.

8. Выбор лаборатории для экспертного анализа устанавливается по соглашению обеих сторон.

Таблица для пересчета крепости серной кислоты

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1,724	1,720	1,715	1,710	1,705	1,700	1,696	1,691	1,686	1,681	1,676	1,672	1,667	1,663	1,658	1,653	1,649	1,644	1,639	
60,6	60,4	60,2	60,0	59,7	59,5	59,3	59,0	58,8	58,5	58,3	58,1	57,8	57,6	57,3	57,1	56,9	56,6	56,3	
1,714	1,710	1,705	1,700	1,695	1,690	1,686	1,681	1,676	1,671	1,667	1,662	1,657	1,653	1,648	1,644	1,639	1,634	1,630	
60,2	60,0	59,7	59,5	59,2	59,0	58,8	58,5	58,3	58,0	57,8	57,5	57,3	57,1	56,8	56,6	56,3	56,0	55,8	
1,704	1,700	1,695	1,690	1,685	1,680	1,676	1,672	1,666	1,661	1,656	1,652	1,647	1,642	1,638	1,634	1,630	1,625	1,620	
59,7	59,5	59,2	59,0	58,7	58,5	58,3	58,0	57,8	57,4	57,2	57,0	56,7	56,5	56,2	55,9	55,7	55,5	55,3	
1,694	1,690	1,685	1,680	1,675	1,670	1,666	1,662	1,656	1,651	1,646	1,642	1,637	1,632	1,628	1,624	1,620	1,615	1,611	
59,2	59,0	58,7	58,5	58,2	58,0	57,8	57,5	57,2	57,0	56,7	56,5	56,2	56,0	55,7	55,4	55,2	55,0	54,8	
1,684	1,680	1,675	1,670	1,665	1,660	1,656	1,652	1,646	1,641	1,637	1,633	1,628	1,623	1,619	1,615	1,611	1,606	1,602	
58,7	58,5	58,2	58,0	57,7	57,4	57,2	57,0	56,7	56,4	56,2	56,0	55,7	55,4	55,2	55,0	54,7	54,5	54,3	
1,674	1,670	1,665	1,660	1,655	1,650	1,646	1,641	1,636	1,632	1,628	1,623	1,619	1,614	1,610	1,606	1,602	1,597	1,593	
58,2	58,0	57,7	57,4	57,2	56,9	56,7	56,4	56,1	55,9	55,7	55,4	55,2	55,0	54,7	54,5	54,3	54,0	53,8	
1,664	1,660	1,655	1,650	1,645	1,640	1,636	1,632	1,627	1,622	1,618	1,614	1,610	1,605	1,600	1,596	1,592	1,588	1,583	
57,7	57,4	57,2	56,9	56,6	56,4	56,1	55,9	55,7	55,4	55,2	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,7	53,5	53,2	
1,654	1,650	1,645	1,640	1,635	1,631	1,626	1,622	1,617	1,612	1,608	1,604	1,600	1,595	1,591	1,586	1,582	1,578	1,574	
57,1	56,9	56,6	56,3	56,1	55,8	55,6	55,4	55,1	54,9	54,6	54,4	54,2	53,9	53,7	53,4	53,1	52,9	52,7	
1,644	1,640	1,635	1,630	1,625	1,621	1,616	1,612	1,607	1,602	1,598	1,594	1,590	1,585	1,581	1,577	1,573	1,569	1,565	
56,6	56,4	56,1	55,8	55,5	55,3	55,1	54,9	54,6	54,3	54,1	53,8	53,6	53,3	53,1	52,8	52,6	52,4	52,1	
1,634	1,630	1,625	1,620	1,615	1,611	1,606	1,602	1,597	1,592	1,588	1,584	1,580	1,576	1,572	1,568	1,564	1,560	1,556	
56,0	55,8	55,5	55,3	55,0	54,8	54,5	54,3	54,0	53,7	53,5	53,3	53,0	52,8	52,5	52,3	52,1	51,8	51,6	
1,624	1,620	1,615	1,610	1,605	1,601	1,596	1,592	1,587	1,582	1,578	1,574	1,570	1,566	1,562	1,558	1,554	1,550	1,546	
55,5	55,3	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,7	53,4	53,1	52,9	52,7	52,4	52,2	52,0	51,7	51,5	51,3	51,0	
1,614	1,610	1,605	1,600	1,595	1,590	1,586	1,582	1,577	1,572	1,568	1,564	1,560	1,556	1,552	1,548	1,544	1,540	1,536	
57,7	57,4	57,2	56,9	56,6	56,4	56,1	55,9	55,7	55,4	55,2	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,7	53,5	53,2	
1,604	1,600	1,595	1,590	1,585	1,580	1,576	1,572	1,567	1,562	1,558	1,554	1,550	1,546	1,542	1,538	1,534	1,530	1,526	
57,1	56,9	56,6	56,3	56,1	55,8	55,6	55,4	55,1	54,9	54,6	54,4	54,2	53,9	53,7	53,4	53,1	52,9	52,7	
1,644	1,640	1,635	1,630	1,625	1,621	1,616	1,612	1,607	1,602	1,598	1,594	1,590	1,585	1,581	1,577	1,573	1,569	1,565	
56,6	56,4	56,1	55,8	55,5	55,3	55,1	54,9	54,6	54,3	54,1	53,8	53,6	53,3	53,1	52,8	52,6	52,4	52,1	
1,634	1,630	1,625	1,620	1,615	1,611	1,606	1,602	1,597	1,592	1,588	1,584	1,580	1,576	1,572	1,568	1,564	1,560	1,556	
56,0	55,8	55,5	55,3	55,0	54,8	54,5	54,3	54,0	53,7	53,5	53,3	53,0	52,8	52,5	52,3	52,1	51,8	51,6	
1,624	1,620	1,615	1,610	1,605	1,601	1,596	1,592	1,587	1,582	1,578	1,574	1,570	1,566	1,562	1,558	1,554	1,550	1,546	
55,5	55,3	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,7	53,4	53,1	52,9	52,7	52,4	52,2	52,0	51,7	51,5	51,3	51,0	
1,614	1,610	1,605	1,600	1,595	1,590	1,586	1,582	1,577	1,572	1,568	1,564	1,560	1,556	1,552	1,548	1,544	1,540	1,536	
57,7	57,4	57,2	56,9	56,6	56,4	56,1	55,9	55,7	55,4	55,2	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,7	53,5	53,2	
1,604	1,600	1,595	1,590	1,585	1,580	1,576	1,572	1,567	1,562	1,558	1,554	1,550	1,546	1,542	1,538	1,534	1,530	1,526	
57,1	56,9	56,6	56,3	56,1	55,8	55,6	55,4	55,1	54,9	54,6	54,4	54,2	53,9	53,7	53,4	53,1	52,9	52,7	
1,644	1,640	1,635	1,630	1,625	1,621	1,616	1,612	1,607	1,602	1,598	1,594	1,590	1,585	1,581	1,577	1,573	1,569	1,565	
56,6	56,4	56,1	55,8	55,5	55,3	55,1	54,9	54,6	54,3	54,1	53,8	53,6	53,3	53,1	52,8	52,6	52,4	52,1	

Таблица (продолжение)

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Уд. вес	1,634	1,630	1,625	1,620	1,615	1,611	1,606	1,602	1,597	1,592	1,588	1,584	1,580	1,576	1,572	1,568	1,564	1,560	1,556
° Боме	56,0	55,8	55,5	55,3	55,0	54,8	54,5	54,3	54,0	53,7	53,5	53,3	53,0	52,8	52,5	52,3	52,1	51,8	51,6
Уд. вес	1,624	1,620	1,615	1,610	1,605	1,601	1,596	1,592	1,587	1,582	1,578	1,574	1,570	1,566	1,562	1,558	1,554	1,550	1,546
° Боме	55,5	55,3	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,7	53,4	53,1	52,9	52,7	52,4	52,2	52,0	51,7	51,5	51,3	51,0
Уд. вес	1,614	1,610	1,605	1,600	1,595	1,591	1,586	1,582	1,577	1,572	1,568	1,564	1,560	1,556	1,552	1,548	1,544	1,540	1,536
° Боме	55,0	54,7	54,5	54,2	53,9	53,6	53,4	53,1	52,8	52,5	52,3	52,1	51,8	51,6	51,4	51,1	50,9	50,6	50,4
Уд. вес	1,604	1,600	1,595	1,590	1,585	1,581	1,576	1,572	1,567	1,562	1,558	1,554	1,550	1,545	1,541	1,537	1,533	1,529	1,525
° Боме	54,4	54,2	53,9	53,6	53,3	53,0	52,8	52,5	52,3	52,0	51,7	51,5	51,3	51,0	50,7	50,5	50,2	50,0	49,7
Уд. вес	1,594	1,589	1,584	1,580	1,575	1,570	1,566	1,562	1,558	1,553	1,548	1,544	1,539	1,535	1,531	1,527	1,523	1,519	1,515
° Боме	53,9	53,5	53,3	53,0	52,7	52,4	52,2	52,0	51,7	51,4	51,1	50,9	50,6	50,3	50,1	49,8	49,6	49,3	49,1
Уд. вес	1,584	1,579	1,574	1,570	1,566	1,561	1,556	1,552	1,548	1,543	1,539	1,535	1,531	1,526	1,522	1,518	1,513	1,509	1,505
° Боме	53,3	53,0	52,7	52,4	52,2	51,9	51,6	51,4	51,1	50,8	50,6	50,3	50,1	49,8	49,5	49,3	49,0	48,7	48,5
Уд. вес	1,574	1,569	1,564	1,560	1,555	1,552	1,547	1,543	1,539	1,534	1,530	1,526	1,522	1,517	1,513	1,509	1,504	1,500	1,496
° Боме	52,7	52,4	52,1	51,8	51,6	51,4	51,1	50,8	50,6	50,3	50,0	49,8	49,5	49,2	49,0	48,7	48,4	48,1	47,9
Уд. вес	1,563	1,558	1,554	1,550	1,546	1,542	1,538	1,534	1,530	1,525	1,521	1,517	1,513	1,509	1,504	1,500	1,495	1,491	1,487
° Боме	52,0	51,7	51,5	51,2	51,0	50,8	50,5	50,3	50,0	49,7	49,5	49,2	49,0	48,7	48,4	48,1	47,8	47,5	47,3
Уд. вес	1,552	1,548	1,544	1,540	1,536	1,532	1,528	1,524	1,520	1,516	1,512	1,508	1,504	1,500	1,495	1,491	1,486	1,482	1,478
° Боме	51,4	51,1	50,9	50,6	50,4	50,1	49,9	49,6	49,4	49,1	48,9	48,6	48,4	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	46,7
Уд. вес	1,542	1,538	1,534	1,530	1,526	1,522	1,518	1,514	1,510	1,506	1,502	1,498	1,494	1,490	1,485	1,481	1,476	1,472	1,468
° Боме	50,8	50,5	50,3	50,0	49,8	49,5	49,3	49,0	48,8	48,5	48,3	48,0	47,7	47,5	47,1	46,9	46,5	46,3	46,0
Уд. вес	1,532	1,528	1,524	1,520	1,516	1,512	1,508	1,504	1,500	1,497	1,492	1,488	1,484	1,480	1,476	1,472	1,467	1,462	1,458
° Боме	50,1	49,9	49,6	49,4	49,1	48,9	48,6	48,4	48,1	47,9	47,6	47,3	47,1	46,8	46,5	46,3	45,9	45,6	45,3
Уд. вес	1,522	1,518	1,514	1,510	1,506	1,502	1,498	1,494	1,490	1,486	1,482	1,478	1,474	1,470	1,466	1,462	1,457	1,452	1,448
° Боме	49,5	49,3	49,0	48,8	48,5	48,3	48,0	47,7	47,4	47,2	46,9	46,7	46,4	46,1	45,9	45,6	45,3	45,0	44,7
Уд. вес	1,512	1,508	1,504	1,500	1,496	1,492	1,488	1,484	1,480	1,476	1,472	1,468	1,464	1,460	1,455	1,451	1,446	1,442	1,438
° Боме	48,9	48,6	48,4	48,1	47,9	47,6	47,3	47,1	46,8	46,5	46,3	46,0	45,7	45,5	45,1	44,9	44,5	44,3	44,0
Уд. вес	1,502	1,498	1,494	1,490	1,486	1,482	1,478	1,474	1,470	1,466	1,462	1,458	1,454	1,450	1,445	1,441	1,437	1,433	1,429
° Боме	48,3	48,0	47,7	47,5	47,2	46,9	46,7	46,4	46,1	45,9	45,6	45,3	45,1	44,8	44,5	44,2	43,9	43,7	43,4
Уд. вес	1,492	1,488	1,484	1,480	1,476	1,472	1,468	1,464	1,461	1,457	1,453	1,449	1,445	1,441	1,436	1,432	1,428	1,424	1,419
° Боме	47,6	47,3	47,1	46,8	46,5	46,3	46,0	45,8	45,5	45,3	45,0	44,7	44,5	44,2	43,9	43,6	43,3	43,0	42,7

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	3
1. Основные сведения по химии	6
Что изучает химия	—
Вещества простые и сложные	8
Как построено всякое вещество	10
Химическая азбука	12
Что такое кислоты, основания и соли	15
Что такое валентность	19
Химические уравнения	22
2. Сырье (фосфориты и апатиты)	25
Состав, свойства, происхождение	—
Месторождения	27
Добыча и обогащение	30
Транспортировка фосфоритных руд	33
3. Общая схема производства суперфосфата	35
Подготовка сырья к химической обработке	—
Приготовление суперфосфата	40
Использование камерных газов	43
Контрольные вопросы	46
Литература	—
4. Подвозка фосфоритов к дробилкам	47
Инструкция подвозчикам фосфорита	—
Контрольные вопросы	48
5. Дробление	49
Дробилка Блека	50
Дробилка Доджа	58
Кулачковая дробилка	61
Обслуживающий персонал	63
Инструкции	64
Контрольные вопросы	65
Литература	—

	стр.
6. Сушка	66
Сушильный барабан	—
Обслуживающий персонал	75
Инструкция по обслуживанию сушильного барабана	—
Контрольные вопросы	76
Литература	—
7. Размол	77
Кольцевые мельницы	78
Отсеивающие приспособления	85
Пылеулавливающие устройства	89
Силосы	92
Обслуживающий персонал	94
Инструкции	95
Контрольные вопросы	97
Литература	—
8. Контроль за работой дробильно-размольной аппаратуры	98
9. Получение суперфосфата	101
Химизм процесса	—
Расчет количества серной кислоты для разложения фосфори- та	103
Условия, определяющие качество суперфосфата	105
Расчет количества серной кислоты для разложения апатита	—
Аппаратура	109
Камеры созревания	123
Обслуживающий персонал	134
Инструкции	136
Контрольные вопросы	140
Литература	—
10. Внутрицеховой транспорт	141
Значение внутрицехового транспорта	—
Транспортные приспособления	—
Инструкция по обслуживанию транспортеров	153
Контрольные вопросы	154
Литература	—
11. Обслуживающие профессии по суперфосфатному цеху	155
Инструкции	156
12. Транспортировка суперфосфата	161
13. Утилизация камерных газов	163
Технологический процесс	—

	стр.
Аппаратура	170
Контрольные вопросы	180
14. Усовершенствования в производстве суперфосфата	181
Аппарат Амосова	182
Непрерывный способ получения суперфосфата	183
Приложения	185
Общесоюзный стандарт ОСТ 51	—
Таблица для пересчета крепости серной кислоты	187

Редактор *М. А. Григорук.*
 Сдано в набор 4/IX 1933 г.
 Формат 82×110/32
 Уполн. Главлита № В-66906.
 Тираж 2500.

12 печ. л.
 ГХТИ № 416.

Техн. редактор *Т. И. Вернштейн.*
 Подписано к печати 27/IX 1933 г.
 Колич. печ. зн. в л. 39 000.
 Илл. X—28—2—2.
 Заказ № 1466.