

**Л.А. Кузнецов**

**Производство карбида  
кальция, цианамида кальция  
и цианистого плава**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 66.0  
ББК 35  
Л11

Л11 **Л.А. Кузнецов**  
Производство карбида кальция, цианамида кальция и цианистого плава / Л.А. Кузнецов – М.: Книга по Требованию, 2022. – 191 с.

**ISBN 978-5-458-24775-7**

Производство карбида кальция, цианамида кальция и цианиплава принадлежит к тем отраслям нашей молодой химической промышленности, которые получили возможность развиваться в Союзе только в последние годы на основе грандиозных успехов всего народного хозяйства. До Октябрьской революции существовали лишь небольшие карбидные заводы, выпускавшие ограниченное количество продукта. Производство же цианамида кальция и цианиплава совершенно не было. После Октябрьской революции, наряду с бурным ростом всего народного хозяйства Союза, началось также строительство карбидных и цианамидных заводов. Книга представляет собой учебное пособие по техминимуму для рабочих, занятых в производствах карбида кальция, цианамида кальция и цианиплава. В книге описываются технологический процесс, конструкции аппаратов, применяемых в перечисленных производствах, и их обслуживание, а также условия, обеспечивающие нормальную работу аппаратов. Большое внимание уделено контролю производства и технике безопасности. Каждый раздел книги имеет вводную теоретическую часть

**ISBN 978-5-458-24775-7**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Производство карбида кальция, цианамида кальция и цианплата принадлежит к тем отраслям нашей молодой химической промышленности, которые получили возможность развиваться у нас в Союзе только в последние годы на основе грандиозных успехов всего народного хозяйства. До Октябрьской революции существовали лишь небольшие карбидные заводы, выпускавшие ограниченное количество продукта. Производство же цианамида кальция и цианплата совершенно не было. После Октябрьской революции, наряду с бурным ростом всего народного хозяйства Союза, началось также строительство карбидных и цианамидных заводов.

Враги народа, орудовавшие в химической промышленности, знали, насколько необходимы указанные продукты для промышленности и сельского хозяйства Союза, а поэтому всячески старались задержать развитие производства карбида кальция, цианамида кальция и цианплата. Этим объясняется то, что постройка новых заводов по производству карбида кальция, цианамида кальция и цианплата шла у нас в Союзе недостаточными темпами и рост их продукции отставал от потребности страны, что создавало диспропорцию между производством и потреблением. Имевшие место задержки не остановили, однако, развитие этих производств. Существующие заводы работали, совершенствуя свой технологический процесс. Выпуск продукции неуклонно увеличивался при одновременном улучшении качественных показателей работы и снижении расходных коэффициентов. Этому способствовало широко развернувшееся стахановское движение.

Внедрение стахановского движения в этих отраслях промышленности открыло широкие возможности овладения технологическими процессами, что привело к значительному увеличению мощностей установок и улучшению количественных и качественных показателей работы.

В производствах карбида кальция, цианамида кальция и цианплата чрезвычайно важным является повышение производительности электропечей и экономия электроэнергии. Благодаря применению стахановских методов работы и совершенствованию технологических процессов производительность электропечей значительно возросла, а расход электроэнергии был снижен при одновременном повышении качества выпускаемого продукта. Полученные достижения не являются, однако, пределами, а поэтому на основе развития стахановского движения следует ожидать

далнейшего совершенствования производственных процессов и освоение аппаратов.

В результате перехода ряда передовых рабочих на стахановские методы работы, на существующих предприятиях выявились огромные резервы. Рационализаторские мероприятия позволили значительно повысить производительность отдельных аппаратов. Все это в целом привело к значительному увеличению выработки продуктов.

Переход на стахановские методы работы возможен, однако, только при повышении общего культурно-технического и политического уровня трудящихся. Решающим условием применения стахановских методов работы является сознательное отношение к труду, а также знание технологических процессов и аппаратуры, что возможно только при глубоком их изучении и повседневном повышении своих знаний. Лишь при этих условиях возможно дальнейшее совершенствование технологических процессов.

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Азотная промышленность, к которой относятся производства цианамида кальция и цианплава, является одной из главнейших отраслей химической промышленности. Продукты ее находят широкое применение в сельском хозяйстве и в различных областях промышленности.

Азот играет чрезвычайно большую роль в природе. Являясь необходимой составной частью растительной и животной клетки, азот одинаково важен как для растений, так и для животных. Животные получают необходимый для их жизни и развития азот из пищи, которая состоит из растений и продуктов растительного или животного мира. Так как травоядные животные питаются растительной пищей, а хищные животные в основном травоядными животными, то в итоге общая потребность животных в азоте покрывается растениями.

Растения получают необходимый им азот, главным образом, из почвы. Почва же содержит азот в виде растворимых в воде соединений, которые и всасываются корнями растений. Имеется группа таких растений, которые получают необходимый им азот не из почвы, а непосредственно из воздуха и сами обогащают этим азотом почву. К таким растениям относятся, например, бобовые (горох, лупин, вика), клевер и др. Поглощение атмосферного азота такими растениями происходит за счет бактерий, которые развиваются на их корнях. При посеве бобовых растений и клевера происходит, таким образом, обогащение почвы азотом. Растения же не бобовые, наоборот, уносят азот из почвы, которая становится при этом все менее плодородной.

Азот, перенесенный таким образом из почвы в животные или растительные организмы, возвращается обратно в почву либо с экскрементами и мочей животных, либо в результате разложения (гниения) растений и трупов животных. В почве под действием бактерий происходит разложение белковых веществ организмов, в результате которого содержащийся в них азот выделяется в виде амиака ( $\text{аммиак } \text{NH}_3$  является соединением азота с водородом). Амиак удерживается в почве и с помощью так называемых нитрофицирующих бактерий переходит или окисляется в азотную кислоту, соли которой и усваиваются растениями.

Таким путем в природе осуществляется круговорот азота, который переходит из почвы в растения, а из растений в организмы животных и возвращается обратно в почву указанным выше путем. Возвращение азота в почву происходит, однако, не

полностью, так как часть его уходит с полей безвозвратно в виде зерна. В результате происходит истощение почвы и падение урожайности.

Чтобы восстановить в почве эти потери азота, приходится вносить его в виде азотных удобрений. Удобрения бывают либо животного происхождения, например навоз, либо искусственного. К числу последних относятся минеральные азотные удобрения.

Давно известным минеральным азотным удобрением является природная или так называемая чилийская селитра, громадные залежи которой находятся в Чили (Южная Америка). В течение многих десятилетий чилийская селитра применялась как азотный удобрительный тук, а также как единственное сырье для промышленного получения азотной кислоты.

Другим источником получения азотных продуктов является аммиак, выделяющийся при коксовании каменного угля. При обработке аммиака серной кислотой получается сульфат аммония, который используется как азотный удобрительный тук.

С развитием современной азотной промышленности значение этих двух источников азота резко упало, и в настоящее время в общем балансе мировой азотной продукции чилийская селитра и каменноугольный аммиак составляют незначительную величину.

Азотная промышленность — одна из самых молодых отраслей химической промышленности. Единственным источником получения азота примерно до 1900 г. была чилийская селитра. Позднее, в связи с непрерывно возрастающим потреблением азота, во всех странах начали стремиться к созданию своей собственной азотной промышленности. В результате настойчивых научных исследований были найдены способы связывания азота атмосферного воздуха с кислородом и водородом. Полученные соединения азота в виде аммиака и окислов азота начали перерабатываться в азотную кислоту, которая находит применение в самых разнообразных отраслях промышленности: для получения азотных удобрений, в военной промышленности и в ряде других производств.

Развитие и бурный рост азотной промышленности, основанной на связывании атмосферного азота, относится к годам империалистической войны и к последующим за ней годам. У нас в капиталистических странах этот рост шел, однако, различными путями. В то время как в Западной Европе, Америке и Японии строительство азотных заводов производилось, главным образом, из соображений военного характера, у нас в Союзе продукты азотной промышленности используются в основном как удобрительные туки для повышения урожайности полей, в первую очередь под технические культуры (хлопок, сахарная свекла и др.).

Наиболее ранним промышленным способом связывания атмосферного азота был так называемый дуговой способ, заключающийся в том, что в специальных электропечах под действием высокой температуры вольтовой дуги азот воздуха

соединяется с кислородом, или, как говорят, окисляется. При окислении атмосферного азота кислородом образуются так называемые окислы азота, которые затем переводятся в азотную кислоту. Получаемая азотная кислота нейтрализуется известью (окись кальция), в результате чего получается нитрат кальция, или так называемая норвежская селитра (впервые этот способ был осуществлен в Норвегии), которая является азотным удобрительным туком.

Первый опытный завод по получению связанныго азота с применением дугового способа был построен в Америке у Ниагарского водопада в 1901 г. и работал до 1904 г. В 1905 г. такой же завод был построен в Норвегии, а позднее и в других странах.

При связывании азота по дуговому способу расходуется большое количество электроэнергии, а именно на 1 кг связанныго азота около 70 киловатт-часов, поэтому дуговой способ экономически не выгоден и не получил широкого распространения.

Несколько позже, в 1904 г., был найден другой способ связывания атмосферного азота, основанный на способности карбида кальция поглощать газообразный азот с образованием так называемого цианамида кальция. Этот способ нашел широкое применение в промышленности. Количество электроэнергии, расходуемое на получение 1 кг связанныго азота в виде цианамида кальция, составляет всего 9—10 киловатт-часов на 1 кг связанныго азота; следовательно этот способ был экономически более выгодным, чем дуговой. Во многих государствах Европы и С. Ш. Америки было построено большое число цианамидных заводов, на которых получался цианамид кальция, используемый как азотный удобрительный тук.

Следующим важнейшим этапом развития азотной промышленности явилось производство синтетического аммиака, т. е. связывание азота с водородом. Этот способ основан на том, что при больших давлениях (в несколько сот атмосфер) и при высокой температуре азот вступает в соединение с водородом, образуя аммиак. Этот процесс осуществляется в присутствии так называемых катализаторов, т. е. веществ, ускоряющих взаимодействие азота с водородом.

Первый завод синтеза аммиака был построен в 1913 г. в Германии по способу Габера, осуществившему этот процесс при давлении в 300 ат. В других странах были построены установки синтеза аммиака, осуществляющие процесс под более высоким давлением: в Италии способ Казале под давлением в 750 ат, во Франции — способ Клода под давлением в 1000 ат. При синтезе аммиака на получение 1 кг связанныго азота расходуется от 3 до 12 киловатт-часов, поэтому синтез аммиака является наиболее выгодным способом связывания азота. С открытием этого способа во всех странах приступили к усиленному строительству заводов синтетического аммиака. Причиной усиленного строительства таких заводов является то обстоятельство, что из аммиака получается азотная кислота, которая находит применение в различных отраслях промышленности. Из азотной кис-

лоты получаются азотные удобрения и красители. Особое значение азотная кислота приобрела в военной промышленности, так как все основные взрывчатые вещества получаются путем применения азотной кислоты как нитрующего и окисляющего средства.

В связи с ростом во всех капиталистических странах вооружений увеличился спрос на взрывчатые вещества, что в свою очередь стимулировало увеличение производства синтетического аммиака. Все капиталистические страны стремятся к всемерному увеличению азотной промышленности для того, чтобы иметь резерв на случай войны, когда потребуется выпуск значительного количества взрывчатых веществ.

В табл. 1 показана мировая выработка связанныго азота и его потребление по годам (в тысячах тонн азота); из этой таблицы можно видеть рост производства по отдельным продуктам.

Таблица 1

Наименование	1930— 1931 г.	1931— 1932 г.	1932— 1933 г.	1933— 1934 г.	1934— 1935 г.	1935— 1936 г.	1936— 1937 г.
<b>Производство</b>							
Сульфат аммония коксохимический . . . . .	360	302	258	307	321	365	407
Сульфат аммония синтетический . . . . .	349	522	560	535	533	630	654
<b>Итого . . .</b>	<b>709</b>	<b>824</b>	<b>818</b>	<b>842</b>	<b>854</b>	<b>995</b>	<b>1061</b>
Цианамид кальция . . . . .	201	134	168	195	232	270	285
Кальциевая селитра . . . . .	110	79	118	107	153	156	159
<b>Прочие виды связанныго азота<sup>1</sup></b>							
Синтетический . . . . .	393	348	462	516	607	720	843
Коксовый . . . . .	31	30	40	48	45	45	40
Чилийская селитра . . . . .	250	170	71	84	179	192	206
<b>Итого . . .</b>	<b>1694</b>	<b>1585</b>	<b>1677</b>	<b>1792</b>	<b>2070</b>	<b>2278</b>	<b>2594</b>
<b>Потребление</b>							
Синтетический азот . . . . .	1377	1417	1620	1714	1876	2182	2433
Чилийская селитра . . . . .	244	138	127	164	195	218	242
<b>Итого . . .</b>	<b>1621</b>	<b>1555</b>	<b>1747</b>	<b>1878</b>	<b>2071</b>	<b>2400</b>	<b>2675</b>
В том числе на сельскохозяйственные нужды . . . . .	1455	1412	1586	1673	1812	2068	2344

<sup>1</sup> Например, аммиачная селитра, натровая селитра. Сюда же относятся смешанные удобрения (аммофос и др.).

В царской России химическая промышленность являлась наиболее отсталой отраслью промышленности. В то время как в западноевропейских странах и в Америке удельный вес химической промышленности в общей промышленности был довольно значителен, в царской России работало лишь незначительное число полукустарных химических предприятий, имевших в большинстве случаев устаревшее и изношенное оборудование. На создание новых химических производств, оснащенных передовой техникой, не обращалось должного внимания. Поэтому в царской России отсутствовал целый ряд важнейших отраслей химической промышленности, как, например, производство синтетического аммиака, азотных удобрений, красителей и ряда других химических продуктов.

Химическая промышленность фактически была создана лишь после Октябрьской революции. За годы первой и второй пятилеток был создан ряд новых производств химической промышленности. Были созданы чрезвычайно важные для страны отрасли химической промышленности: азотная, синтетического каучука, красителей, пластических масс и много других. Построены, пущены и освоены такие гиганты химической промышленности, как Березниковский, Сталиногорский, Горловский, Воскресенский, Чернореченский и ряд других заводов.

К числу химических производств, созданных после революции, относятся производства карбида<sup>1</sup> и цианамида кальция. Первый крупный карбидный и цианамидный завод был построен и пущен в эксплоатацию в 1930 г. С пуском этого завода для промышленности Союза открылась возможность получения новых чрезвычайно ценных продуктов. Цианамид кальция, наряду с использованием его как азотного удобрительного туга, нашел применение для получения ряда новых продуктов, из которых важнейшим является цианплаз.

Из карбида кальция, помимо цианамида кальция, получается ацетилен — важнейший горючий газ, которым широко пользуются для проведения работ по резке и сварке металлов. Ацетилен является также исходным продуктом для получения ряда химических соединений: синтетического каучука, уксусной кислоты и ряда других.

Вредителям было хорошо известно, какое большое значение имеет химическая промышленность для народного хозяйства и для обороны страны. Стремясь подорвать и разрушить страну пролетарской диктатуры, враги народа, пытались особенно сильно вредить на предприятиях химической промышленности. Вредительство в химической промышленности, помимо прямых диверсионных актов, выразилось в нарушении технологических процессов, в создании искусственных разрывов между производительностью отдельных цехов, в уменьшении производительности вспомогательных производств (вода, пар, электроэнергия), в снижении производительности отдельных аппаратов и всего

<sup>1</sup> До революции существовало два небольших карбидных завода.

производства. Вредители, помимо устройства аварий, задерживали развитие отдельных производств.

Возможности совершения вредительских актов способствовало во многих случаях недостаточное внимание к ведению технологических процессов, а также отсутствие четко регламентированных инструкций по рабочим местам.

Февральско-Мартовский пленум ЦК ВКП(б) в 1937 г. в своем постановлении отметил, что наряду с поднятием большевистской бдительности, наряду с овладением высотами большевизма, основные пути ликвидации последствий вредительства должны заключаться в глубоком и полном изучении каждым работником технологического процесса, в установлении и жестком соблюдении твердого режима этого процесса.

Чтобы предотвратить в дальнейшем возможность повторения вредительских актов, каждый работающий на химических предприятиях должен твердо знать технологический процесс своего производства, строго соблюдать установленные инструкции и повышать свой политический и культурно-технический уровень.

Исключительно широкие перспективы развития социалистического сельского хозяйства нашей страны и указание товарища Сталина о получении 7—8 миллиардов пудов хлеба потребуют миллионы тонн минеральных удобрений и других химических продуктов. Поэтому в третьей пятилетке химическая промышленность получит еще большее развитие, а следовательно увеличится и ее значение в народном хозяйстве Советского Союза.

Широкие перспективы применения карбида и цианамида кальция, а также цианпласта, вызывают необходимость дальнейшего расширения этих производств.

---

## ГЛАВА I

### КАРБИД КАЛЬЦИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

#### 1. Физические и химические свойства карбида кальция

Карбидами называются химические соединения углерода с металлами. Часть карбидов разлагается водой с выделением горючих газообразных продуктов, другие карбиды ею не разлагаются. Некоторые карбиды находят применение в промышленности и из них на первом месте стоит карбид кальция.

Карбид кальция, или, как его обычно называют, «карбид», представляет собой продукт сплавления извести с углеродом. Впервые карбид кальция был получен в 1863 г. ученым Деви. В 1892 г. карбид кальция был получен другим ученым Муассаном в электропечи при температуре около  $3000^{\circ}$ . Это открытие легло в основу современного способа промышленного получения карбида кальция путем сплавления извести с антрацитом или коксом в электропечах.

В химически чистом виде карбид кальция представляет бесцветные, прозрачные кристаллы уд. веса 2,22 при  $18^{\circ}$ , не растворимые во всех известных растворителях. Рядовой технический продукт имеет кристаллический излом серого цвета, переходящий при более высоком содержании карбида кальция в фиолетовый. Высокопроцентный технический карбид кальция имеет окраску от желто-коричневого до голубовато-черного.

Карбид кальция, только что полученный из печи, имеет серый, коричнево-желтый или черный цвет в зависимости от степени его чистоты. Свежий излом карбида кальция имеет блестящую поверхность, которая на воздухе теряет свой блеск вследствие поглощения влаги, причем происходит выделение ацетилена и выветривание поверхности, принимающей при этом серовато-белый цвет.

Удельный вес технического карбида кальция находится в зависимости от содержания в нем чистого карбида кальция. Эта зависимость видна из диаграммы на рис. 1. По горизонтальной оси диаграммы отложено процентное содержание карбида кальция в техническом продукте и соответствующее количество ацетилена, которое может быть из него получено, а по вертикальной оси — его удельный вес. Как видно из диаграммы, удельный вес технического карбида кальция увеличивается в пределах от 2,0 до 2,8 по мере уменьшения содержания в нем чистого карбида кальция.

Температура плавления карбида кальция также изменяется в зависимости от его состава, как это показывает диаграмма (рис. 2). По горизонтальной оси диаграммы отложены цифры

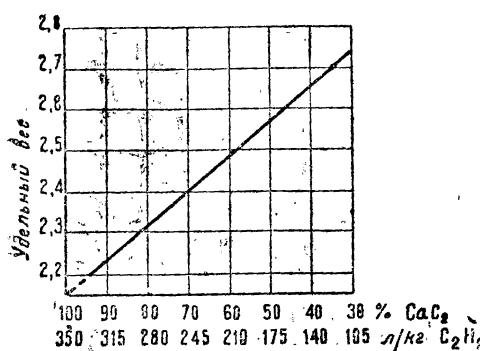
содержания в карбиде кальция извести (окиси кальция), а по вертикальной — температуры его плавления. Из диаграммы видно, что температура плавления понижается с увеличением содержания окиси кальция до известного предела. Наиболее низкую температуру плавления, а именно  $1630^{\circ}$ , имеет смесь, состоящая из 70% карбida кальция и около 30% окиси кальция. При дальнейшем увеличении содержания окиси кальция температура плавления опять поднимается. Чистый карбид кальция  $\text{CaC}_2$  имеет температуру плавления  $2300^{\circ}$ . Температура расплавленного карбida кальция при выпуске из печи равна  $1900-2000^{\circ}$ .

Из химических свойств карбida кальция отмечаются следующие. Сухой водород не реагирует с карбидом кальция ни на холоду, ни при высокой температуре. В сухом кислороде при высокой температуре карбид кальция сгорает с образованием углекислого кальция  $\text{CaCO}_3$ .

Азот реагирует с карбидом кальция при температуре  $1000^{\circ}$ , образуя цианамид кальция. На этой реакции и основано производство цианамида кальция из карбida кальция.

Хлор действует на карбид кальция лишь при нагревании. Пары серы при температуре  $500^{\circ}$  дают с карбидом кальция соединения, так же как фосфор и мышьяк.

Рис. 1. Зависимость удельного веса карбida кальция от его чистоты.



Наиболее важным для промышленности химическим свойством карбida кальция является его способность разлагаться водой с выделением ацетилена. Это разложение происходит также при недостаточном количестве воды, например под действием влаги атмосферного воздуха. Поэтому нельзя хранить карбид открытым, а необходимо хранить его в герметически закрытой таре.

Технический карбид кальция, получаемый в электропечи, не является чистым карбидом  $\text{CaC}_2$ , а содержит ряд примесей, попадающих в него из сырых материалов, которыми пользуются для производства.

Помещаем примерный состав технического карбida кальция.

Карбид кальция $\text{CaC}_2$ . . . . .	85,5%
Известь или окись кальция $\text{CaO}$ . . . . .	8,3%
Окись магния $\text{MgO}$ . . . . .	0,4%
Окись железа и алюминия $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	0,2%
Кремнекислота $\text{SiO}_2$ . . . . .	3,2%
Сера S . . . . .	0,3%
Углерод C . . . . .	2,2%

Итого . . . . . 100,1%