

ЭЛЕКТРОТЕРМИЯ

Г. А. Сисоян

Рациональная схема организации производства
карбида кальция

В настоящее время на производство тонны стандартного карбида кальция расходуется около 2800—3000 квтч электроэнергии и двух—трех человекодневной рабочей силы. Поэтому карбидная промышленность считается электроемкой, но не трудоемкой.

Действительно, если завод работает на производство исключительно товарного карбида кальция без дальнейшей его переработки, производство карбида является электроемким и не трудоемким.

Кроме того нетрудоемкость и нерентабельность производства карбида кальция объясняется нерациональной схемой производства.

Если первые годы пуска мощных карбидных печей были посвящены их освоению, то в дальнейшем следовало бы усиленно заняться усовершенствованием карбидных агрегатов и улучшением их технико-экономических показателей. Нужно сказать, что в этом отношении пока-что сделано слишком мало.

С одной стороны, научная мысль мало работала над проблемой совершенствования технико-экономических показателей руднотермических печей вообще и карбидных в частности, а с другой стороны научные достижения очень слабо внедрялись в производство. В результате этого в настоящее время показатели работы карбидных печей мало чем отличаются от показателей предвоенных лет, а между тем, при правильной организации всего комплекса карбидного производства могут быть значительно снижены материальные и трудовые затраты и удешевлено само производство карбида.

В первый период возникновения промышленного производства карбида кальция он в основном употреблялся на сварку и на освещение. Правда, и сейчас карбид частично используется на эти цели, но основная масса промышленного карбида в настоящее время служит сырьем для целого ряда других промышленных производств.

Обычно карбид кальция перерабатывается в ацетилен, а из ацетилена, как известно, современная химия умеет получать около 140—150 различных продуктов, среди них синтетический каучук, пластические массы, искусственный шелк, уксусная кислота, лаки и пленки, ряд медикаментов и т. д.

Поэтому при правильной организации производства карбидные печи строятся в одном комплексе с теми производственными агрегатами, которые должны дать окончательную продукцию.

Наряду с цехами окончательной продукции завод должен иметь и цехи для переработки побочных продуктов, получающихся в процессе производства карбида.

Ниже мы покажем рациональную схему построения карбидного комбината и его эксплуатации. Для большей конкретности рассуждения будем вести применительно к заводу средней мощности в 50 тысяч тонн карбида кальция в год.

Карьеры известняков и известковые печи

При отсутствии механизации расходы по добыче, сортировке и погрузке известняка составляют около 10%, себестоимости карбида кальция. При этом основную часть этой стоимости составляет рабочая сила. Поэтому надо предусмотреть полную механизацию всех этих процессов. Благодаря этому резко сократится потребность в рабочей силе на тяжелых карьерных работах, а расходы на известняк будут снижены до 4—5% от себестоимости карбида.

Для получения тонны стандартного карбида кальция требуется примерно 900—1000 кг извести.

В обжиговых печах на производство тонны извести расходуется около 250—350 кг каменного угля.

При обжиге известняка на тонну извести получается около 750 кг углекислого газа.

Углекислый газ идет на производство соды, мочевины, жидкой углекислоты, сухого льда и т. д.

Все эти виды продукции необходимы для промышленного и бытового потребления.

Таким образом, наряду с известковым цехом, должны быть построены цехи, использующие углекислый газ.

При производительности карбидного завода 50,000-ти стандартного карбида в год на это производство потребуется приблизительно 45—50 тысяч тонн извести, при производстве которой будет получено около 35,000-ти углекислого газа.

Цех жидкой и твердой углекислоты

Газы известковых печей содержат примерно 35—40% углекислоты. В производство же может идти только углекислый газ, концентрированный до 95%.

Поэтому после очистки газов до их дальнейшей переработки известковые газы должны быть обогащены. Обычно концентрирование производится химическим способом.

В цехе очистки в компрессорах будут производиться также сжижение углекислоты и дальнейший перевод ее в твердое состояние.

Жидкая углекислота в основном идет на производство искусственных минеральных вод. Потребность в ней обычно не велика.

Значительно больше потребность в твердой углекислоте как в источнике холода. „Сухой лед“ в одинаковой степени может быть использован на городских холодильниках, консервных заводах, в складах, при перевозке скоропортящихся грузов и т. д. Наконец, он является незаменимым источником холода для бытовых потребителей, так как мал по весу (по сравнению с обычным льдом) и удобен для транспортировки.

Содовый завод

Если за вычетом потребностей в жидкой и твердой углекислоте в известковом цехе останется свободным значительное количество газа, на ее базе можно организовать содовое производство.

Как известно, на производство тонны соды требуется около 1700 кг поваренной соли и около 700 кг углекислоты.

Таким образом, на базе известковых печей завода мощностью 50,000 тн карбида в год может быть построен содовый завод производительностью около 40—45 тысяч тонн в год.

Углекислое удобрение

Укажем еще один путь использования углекислоты.

Парники и теплицы, призванные снабжать население в зимний и весенний период ранними овощами, зеленью и цветами, требуют больших капиталовложений. Они могут получить широкое развитие только при высокой урожайности культур. Опыты, проведенные энергетическим Институтом Академии Наук СССР [1] показали, что для повышения урожайности, наряду с удобрением почвы, целесообразно применение углекислого удобрения воздуха теплиц и парников. Как известно, для этой цели в атмосферу теплиц вводят углекислоту и тем самым увеличивают содержание последней в воздухе. В ряде опытов благодаря такому „удобрению“ воздуха урожайность некоторых культур возросла на 70—100%.

Созданию теплиц около карбидных цехов благоприятствует еще и то обстоятельство, что в холодные периоды года их можно обогревать за счет тепла отработанной воды карбидных печей.

Карбидный цех

Для правильной организации производства существенно важен правильный выбор мощности печей. Печи малой мощности имеют большие относительные тепловые потери и низкий коэффициент полезного действия; наоборот, печи слишком большой мощности неудобны в эксплуатационном отношении. Поэтому Всесоюзное Сопределение по руднотермическим печам рекомендовало ориентироваться на крупные установки 10 и более мегавольтампер [2].

Для производства 50,000 тн стандартного карбида кальция достаточно иметь три печи по 10 мва. Согласно „Руководящим указаниям по нормированию удельных расходов электроэнергии на производство карбида кальция“ [3] в открытых печах мощностью 10 мва удельный расход энергии на карбид в 260 л должен составить около 2600 квтч на тонну.

При современном состоянии техники наиболее целесообразным является установка печей полужакрытого типа с отбором и утилизацией отходящих газов.

В полужакрытых печах удельный расход электроэнергии меньше, так как при правильной организации отбора газов устраняются основные причины перегрева и диссоциации готового карбида и уменьшается унос тепла пылью.

Без большой погрешности можно принять, что на полужакрытых печах мощностью 10 мва удельные расходы электроэнергии не будут превосходить 2400—2500 квтч на тонну.

Улавливание и утилизация отходящих газов карбидных печей

При выплавке тонны карбида кальция образуется 450 кг окиси углерода (СО), что соответствует примерно 330 куб. метров газа при 15° С.

На некоторых заводах уже давно практикуется улавливание газов карбидных печей. Согласно германской практике [4] газы, улавливаемые на полужакрытых печах, содержат около 60—70% СО и 8—15% Н₂ и имеют теплотворную способность около 2200—2500 больших калорий на куб. метр или кругло 2,6—2,9 квтч на куб. метр газа.

По этим данным на полужакрытых печах улавливается около 200 куб. метров газа на каждую тонну выплавляемого карбида или около 50% выделяющегося газа. Эту цифру нужно считать слишком заниженной. Мы полагаем, что при правильной постановке дела можно использовать не менее 80% или около 300 куб. метров газа на тонну выплавляемого карбида.

Таким образом, при использовании отходящих газов в качестве топлива можно на каждую тонну выплавляемого карбида получить обратно энергию в размере около 800 квтч.

Итак, улавливанием газов можно вернуть обратно около одной трети энергии, расходуемой на производство карбида.

При производительности завода 50,000 тонн карбида в год полученная обратно энергия составит около 40 млн квтч.

Использовать эту энергию можно прежде всего на самом же карбидном производстве для подогрева известковых печей.

В известковых печах, как мы указали выше, расходуется около 250—350 кг каменного угля на тонну получаемой извести.

Можно было бы весьма удобно и просто (без тонкой очистки) подвести газы карбидных печей к известковым печам.

Уловленные газы вполне заменяют расходующий ныне на известковых печах каменный уголь.

Такое использование отходящих газов не всегда целесообразно, так как эти газы являются более *качественным топливом*, чем каменный уголь. Значительно эффективнее можно использовать их для синтеза ряда органических веществ. Однако наиболее целесообразным является применение уловленных газов для газификации населенных пунктов, прилегающих к заводу.

Газификация городского хозяйства и использование карбидных печей для газификации городов

Несмотря на целый ряд преимуществ, электрическая энергия не смогла вытеснить газ в быту и коммунальном хозяйстве городов, и в настоящее время более или менее крупные города имеют мощные газогенераторные установки. Причина этого заключается прежде всего в весьма высокой экономичности газовой энергии по сравнению с электрической. Укажем только то, что в бытовых варочных и нагревательных приборах расход первоначального топлива (скажем, каменного угля) при электрическом обогреве в три—четыре раза больше, чем при газовом. Правда, при сравнении с энергией гидростанций это соотношение меньше, но все же преимущества газа перед электроэнергией и в этом случае неоспоримы.

Газификация городов является одним из важнейших путей повышения благосостояния народа. Поэтому по инициативе товарища И. В. Сталина в послевоенный период у нас развернулось широкое строительство дальних магистральных газопроводов.

Насколько большое внимание уделяют коммунистическая партия и Советское государство этому вопросу, видно из приветствия товарища Сталина строителям газопровода Саратов—Москва.

В этом приветствии товарищ Сталин писал: «Сооружение газопровода Саратов—Москва является большим вкладом в деле улучшения быта трудящихся нашей столицы и развития новой отрасли промышленности в Советском Союзе—газовой индустрии».

Не только в Москве и Ленинграде, но и в ряде других городов СССР газификация достигла высокого уровня. Но все же мы до сих пор в достаточной мере не используем для газификации всех наших возможностей. Ряд весьма важных вопросов дальнейшего развития газоснабжения населения недавно подняли тов. М. Барцевский и др. в газете «Правда» [5]. В заключении этой статьи говорится: «использование коксового высококалорийного газа, развитие газификации низкосортных видов топлива позволят осуществить газификацию ряда крупных городов и рабочих поселков. Эти назревшие вопросы государственной важности требуют неотложного разрешения».

К некоторым из этих вопросов мы вернемся позже, а сейчас рассмотрим возможность использования газов карбидных печей.

При производительности завода 50,000 тонн карбида в год можно уловить около 15 миллионов куб. м газа. Однако газ этот будет сравнительно низкой калорийности (2200—2500 бк/куб. м). Для бытовых же целей обычно применяется более богатый газ с теплотворной способностью около 3000—4500 бк/куб. м. Причина этого, прежде всего, заключается в том, что при уменьшении калорийности газа резко возрастают капитальные расходы на сооружение газопровода.

Обычно выход в этом случае находят либо в том, что уменьшают радиус действия газогенераторной установки, либо же обогащают малокалорийный газ.

В рассматриваемом случае оба варианта одинаково приемлемы, но предпочтение все же должно быть отдано второму варианту. В пользу него говорят два обстоятельства.

Оксид углерода является ядовитым газом и обычно его в чистом виде не используют для бытовых целей, а примешивают в определенном проценте к другим видам газов (светильному, коксовому, водяному). Таким образом, обогащением мы приблизим печные газы к тем параметрам, которые приняты для газов, используемых при газификации городов.

С другой стороны, побочные продукты газового производства будут использованы на самом же заводе.

Подсчитаем теперь возможный объем газификации.

Душевое потребление газа на пищуприготовление в наших газифицированных городах принимается около 100 куб. м газа теплотворной способностью 4000 бк/куб. метр в год.

Выше мы видели, что завод производительностью 50,000 тн карбида может дать в год 15 млн куб. метров газа калорийностью 2200—2500 бк/куб. метр.

Этим количеством газа без его обогащения можно обеспечить 80—90 тысяч населения. При соответствующем же обогащении можно обеспечить газом до 200 тысяч человек.

Остановимся теперь на вопросе обогащения газов карбидных печей.

Для обогащения газов карбидных печей можно было бы установить специальные газогенераторы, однако, как мы увидим ниже, наиболее целесообразным решением вопроса является установка коксовых печей.

Коксо-химическая промышленность играет исключительно важную роль в народном хозяйстве. В результате коксования одной тонны угля получается в круглых цифрах 700—800 кг кокса, 25—30 кг смолы, 2—3 кг аммиака, 10—15 кг сырого бензола и 300—350 куб. метров газа.

На базе этих продуктов строится ряд новых производств. Укажем основные из них.

Прежде всего остановимся на газе. Коксовый газ является высококалорийным топливом, и применение его в газификации городов выгодно даже при передаче газа на большое расстояние.

На производство тонны карбида кальция, включая обжиг известняка и электродную массу, требуется около одной тонны *высококачественного* углеродистого материала. Мы подчеркиваем *высококачественного*, так как в карбидные печи в качестве технологического сырья должен быть подан либо высококачественный антрацит, либо кокс. Высококачественность углеродистого материала для электродов само собой понятна. Но и такой процесс, как обжиг известняка, весьма требователен к качеству топлива. При низком качестве угля известь получается низкосортной и ухудшает производственные показатели карбидных печей.

При выборе места для постройки карбидного завода обычно руководствуются соображениями близости источников электроэнергии, основного сырья, и угольных месторождений. Однако, такое счастливое сочетание всех трех элементов встречается редко. Но так как решающую роль играют первые два элемента производства, то в ряде случаев карбидные заводы более или менее удалены от угольных месторождений.

В первом варианте технология, конечно, должна быть построена так, чтобы использовать местные сорта угля.

Во втором же варианте, естественно, ставится вопрос: почему нужное количество угля обязательно должно завозиться на завод в виде антрацита, каменного угля и готового кокса?

Если бы то же количество углеродистого материала завозилось в виде угля и на месте перерабатывалось в кокс, то одновременно были бы удовлетворены не только потребности карбидного, но и ряда других местных производств.

Так как из одной тонны угля получается приблизительно 750 кг кокса, то для удовлетворения потребностей карбидного завода мощностью в 50 тысяч тонн в год теоретически придется завести в район расположения завода вместо 50 тысяч тонн—60—65 тысяч тонн угля. Фактически эта разница будет меньше, так как перевод всего карбидного производства на кокс улучшит производственные показатели и известковых и карбидных печей. Использование антрацита в карбидном производстве не является обязательным и при наличии кокса для карбидных печей можно подобрать значительно лучшие режимы, чем при антраците.

Выбор мощности коксовых батарей зависит не только от мощности карбидного завода, но и от потребности остальных отраслей промышленности, расположенных поблизости от карбидного завода.

При установке, например, одного коксо-химического завода производительностью в 300 тысяч тн кокса в год и производитель-

ности карбидного завода в 150 тысяч тн около половины кокса пойдет на производство карбида кальция и его производных, а остальное — на покрытие прочих нужд в коксе.

Помимо самого кокса, на базе коксо-химического завода можно будет получить около 75 млн куб. метров газа. После частичной переработки этого газа будет получено около 75 тысяч тонн азотистых удобрений; остальная часть этого газа пойдет на бытовые нужды и вместе с газами карбидных печей может целиком покрыть нужды населения крупного города в бытовом газе.

Следует еще подчеркнуть, что при газификации значительно сократится потребление электроэнергии на пищеприготовление, и высвободившаяся электроэнергия будет использована в промышленности.

Общая схема производства

Остановимся теперь на всем комплексе производства в целом (см. схему).

В основу всего производственного комплекса кладется коксо-химический завод. Мощность его выбирается так, чтобы можно было удовлетворить коксом и карбидное производство и остальные нужды.

Помимо кокса, в качестве побочных продуктов коксования, будут получены смола, бензол, аммиак и отходящие газы. На базе этих продуктов организуется производство электродного кокса, азотистых удобрений и красок.

Коксовые газы вместе с отходящими газами карбидных печей используются на покрытие бытовых нужд населения. Если газов окажется больше, чем необходимо для этих нужд, то оставшаяся часть газа может быть использована в качестве топлива в промышленности или на синтез.

На базе углекислоты известковых печей организуется производство жидкой углекислоты, сухого льда и соды. При карбидном заводе организируются парники с углекислотным удобрением и обогревом отходящей водой карбидных печей.

На базе карбида кальция, в зависимости от потребности, может быть организована целая гамма производств (искусственный шелк, пластмассы, каучук, медикаменты, лаки, краски и т. д.)

Как видим, такая комплексная организация производства гармонично разрешает и производственные и бытовые проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Б. Раич—Поверхностное горение. Изд. АН СССР, 1946.
2. Всесоюзное научно-техническое совещание по руднотермическим электроначам. Информационное сообщение и резолюция. Ереван, 1949.
3. Руководящие указания по нормированию удельных расходов электроэнергии на производство карбид-кальция. Госэнергоиздат, 1948.

4. Л. А. Кузнецов—Использование газов карбидных печей. Химическая промышленность, № 9, 1949.
5. М. Багдасаров—За дальнейшее развитие газовой индустрии. Правда, № 150, 1950.

Գ. Ա. ՏԻՑՅԱՆ

ԿԱԼՑԻՈՒՄԻ ԿԱՐԲԻԴԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒՅՅԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՄԱՆ
ՌԱՑԻՈՆԱԼ ՍԻԵՄԱՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հողվածում քննարկվում է կալցիումի կարբիդի արտադրության ստացիոնալ սխեման, հաշվի առնելով օժանդակ պրոդուկտների բոլոր տեսակների օգտագործումը:

Առաջադրվող սխեմայի համաձայն կազմակերպվում է կրի վառարաններից կլնող ածխաթթվական գազի հավաքումը և կրի ցեխին կից հեղուկ և կարծր ածխաթթվի արտադրությունը. քննարկվում է նմանապես սողայի արտադրության կազմակերպման վարիանտը:

Կարբիդի գործարանի բանվորներին թարմ և վաղահաս բանջարեղեն մատակարարելու գործը բավարարելու նպատակով առաջարկվում է ջերմոցների կազմակերպում՝ հիմնված ածխաթթվական պարարտացման ու կարբիդի վառարանների սառեցման սխեմայից հոսող սաք ջրերի օգտագործման վրա:

Հողվածում ցույց է տրված, որ երբ կարբիդի գործարանի աշխատանքները հիմնված են բերովի ածխածնային նյութերի օգտագործման վրա, ապա նպատակահարմար է ամբողջ արտադրությունը կազմակերպել կոքսի օգտագործմանը, իսկ կոքսի ստացման համար տեղում կառուցել համապատասխան հզորության կոքսային վառարաններ:

Կարբիդի և կրի վառարանների աշխատանքը կոքսի օգտագործման փախանցելը մեկ կողմից կբարելավի նրանց շահագործման ցուցանիշները, մյուս կողմից հնարավոր կդարձնի կոքսային վառարաններից ստացվող գազերն օգտագործելով գաղափրկացնել մերձգործարանային բնակավայրերը:

Կարբիդի արտադրության այդպիսի կառուցման ղեկավարում ներդաշնակ կերպով լուծվում են արտադրական և կենցաղային պրոբլեմները: