

КИСЛОРОД

БЮЛЕТЕНЬ

ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА ГЛАВКИСЛОРОДА
ПРИ СНК СССР

№ 1

1944

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КИСЛОРОДОМ*)

Акад. П. Л. КАПИЦА

Интенсификация производственных процессов является одной из основных задач современной техники. К этому сводится её прогресс. Пешехода сменяет человек на лошади, лошадь заменяется автомобилем, скорость передвижения возрастает ещё больше с появлением самолётов. Так происходит интенсификация процесса движения. Логическое развитие техники, в огромном большинстве её отраслей, приводит к необходимости интенсифицировать основные технологические процессы путём повышения концентрации участвующего в них кислорода.

Процессов, где потребляется кислород, очень много. Человек потребляет кислород в процессе дыхания. Когда он болен, этот процесс надо интенсифицировать, и организму дают добавочное количество кислорода. Но потребление кислорода для медицинских целей очень невелико и не составляет технической проблемы. Работа всякого двигателя внутреннего сгорания, топка всякого котла немислимы без потребления кислорода. Вся металлургия основана на использовании кислорода. Мы не ошибёмся, если скажем, что не меньше 80% всех процессов, которые имеют место в технике, основаны на кислороде. Желая их интенсифицировать, мы должны увеличить количество кислорода, поступающего вместе с воздухом, а в отдельных крайних случаях, например, при автогенной сварке, вводить в процессы чистый кислород, отделённый от азота. В настоящее

время важно решить, в какие процессы выгодно вводить кислород и в какие невыгодно.

Решение это будет зависеть от самих процессов и от метода получения кислорода. Первым делом надо отобрать те процессы, в которых выгодно применять кислород, даже если он сравнительно дорог. Затем надо разобратся в тех методах, которые существуют для получения кислорода.

В каких же областях техники применение кислорода обещает быть наиболее выгодным, наиболее экономичным?

Анализируя относительную выгодность применения кислорода, можно почти наверняка сказать, что применение кислорода наиболее эффективно в тех процессах, которые связаны с высокими температурами (1000—1500° Ц и выше). В этих процессах применение кислорода или обогащённого кислородом воздуха вызывает гораздо более сильный экономический эффект, чем в тех областях, где необходимы более низкие температуры. Поясним это примером.

Казалось, было бы очень выгодным в топке всех котлов, где сжигается уголь, поддувать кислород. Этим достигаются такие преимущества: уменьшается унос тепла в дымовую трубу с уходящими газами, так как нет необходимости выпускать бесполезный для горения, но нагревающийся в топке азот воздуха, уменьшается объём дутья, открывается возможность более экономного сжигания жидких, пылевидных, малокалорийных топлив и т. д. Но подсчёты показывают, что при наибольшей технической достижимой в настоящий момент дешёвизне кислорода приме-

*) Из доклада на заседании Технического совета Главкислорода 10 августа 1943 г.

ние его всё же нерентабельно в денежном выражении. Происходит это потому, что в топке котла мы имеем дело с очень невысокими температурами — не выше 500—600° Ц. Однако, если мы возьмём металлургию, особенно доменный процесс, тут можно ждать значительно большего эффекта. Таким образом, проблема применения кислорода в чёрной металлургии наиболее важна. Это определяется и значением металлургии, являющейся основой всей промышленности. Развитие промышленной культуры страны определяется количеством тонн чугуна и стали, выплавляемых на одного человека — это один из лучших показателей состояния и уровня техники в стране. Известно, что в Америке выплавляется около 100 миллионов тонн стали в год, и несомненно, что благодаря этому американскую промышленность можно считать наиболее передовой.

Даже самые общие подсчёты, которые произведены в отношении применения кислорода в металлургии, приводят к очень показательным цифрам.

В процессе доменной плавки, особенно при получении ферросплавов, развиваются очень высокие температуры, доходящие до 1 800° Ц. В этих условиях применение кислорода оказывается наиболее выгодным, подтверждая правило повышения рентабельности применения кислорода с повышением температуры процесса. Академик И. П. Бардин подсчитал, что, применяя кислород на металлургическом заводе, можно значительно сократить затраты рабочей силы, уменьшить стоимость чугуна и капиталовложения.

В отношении производства стали примерно такая же картина. Возможная экономия в стоимости конечного продукта при внедрении кислородного дутья будет ещё более значительна.

В области производства чугуна и стали дело обстоит более или менее благополучно: есть уже некоторый экспериментальный материал по применению кислорода. Небольшие домы, например, уже работали на кислороде, и вся экономика процесса более или менее ясна.

Но есть другие области металлургии, где мы можем говорить пока только о перспективах, где опытной работы ещё не было. Не производилось опытов получения никеля на кислородном дутье, хотя это, повидимому, тоже может быть экономично. Много обещает применение кислорода в дурометаллургии меди и ряда других цветных металлов. Осо-

бенно интересным является получение на кислороде алюминия, вместо того чтобы добывать его электролитическим путём. Однако, возможность этих процессов практически ещё не доказана.

В чёрной металлургии мы стоим на базе твёрдого эксперимента. За границей уже есть домы, которые работают на дутье, обогащённом кислородом. XVIII съезд ВКП(б) поставил вопрос о переводе чёрной металлургии на кислородное дутье. В цветной металлургии в первое время придётся ставить экспериментальные работы, предпринять самые начальные искания. Нам придётся их организовать, направлять и следить за ними.

Среди большого круга процессов цветной металлургии, где можно весьма эффективно применять кислород, есть одна интересная проблема — это интенсификация добычи золота. Если прибавлять кислород к ваннам, где выделяется золото, то добыча его увеличится на 10—15%, причём самый процесс ускорится в 3—4 раза. Для этого нужно совсем немного кислорода. Если потребность чёрной металлургии исчисляется в десятках тысяч кубометров кислорода в час, здесь такие количества потребуются в год. Но если мы из того же количества золотого песка будем извлекать на 10—15% золота больше, то при нашей большой добыче этого ценного металла экономия составит солидную сумму.

Существенный эффект даст применение кислорода в химической промышленности. Здесь существуют пока, главным образом, ориентировочные расчёты. Важная область химии, где возможно применение кислорода, — это получение карбида кальция. Во многих других областях химии, например, в производстве азотной, серной и фосфорной кислот и т. п., изучение применения кислорода для интенсификации процессов также заслуживает внимания.

Большой интерес представляет применение кислорода при газификации топлив. Когда газифицируется топливо обычными методами (например, в газогенераторах автомобилей), получается газ, калорийностью в 1 400 калорий на 1 м³ газа. Такой газ невыгодно передавать на большие расстояния, а значительно более ценного газа при газификации топлива с участием обыкновенного воздуха получить не удаётся. Если бы получить газ, калорийностью до 5 000 калорий на 1 м³, что может быть достигнуто на кислородном дутье, то такой газ дешевле передавать на большие расстояния. Так, например, имея под Москвой целый

ряд видов дешёвого топлива (бурого угля, торфа), по имеющимся расчётам представляется весьма заманчивым не перевозить это топливо на поездах, а перекачивать его по трубам в виде высококалорийных горючих газов. Перевод таким способом московской промышленности или промышленности любого другого города на газ представляется привлекательной задачей, если учесть возможность избавиться от дыма над городом, разгрузить транспорт от топливных перевозок в радиусе 300—400 км и т. д. Это опять-таки проблема, решаемая только на кислородном дутье.

Подземная газификация также представляет большой интерес и является одной из наиболее привлекательных задач современной энергетики. Однако, процессы подземной газификации очень новы и ещё мало разработаны. Но во всяком случае они немислимы без применения дутья, обогащённого кислородом.

С применением кислорода связаны интереснейшие проблемы по получению взрывчатых веществ — оксидиквитов. Смесь угля или другого органического вещества, поддающегося окислению, с жидким кислородом даёт прекрасную взрывчатку, которая стоит раз в 20—40 дешевле тола, аммонала и т. п. и основывается фактически на безграничной сырьевой базе. Это проблема очень интересная. Здесь сделано уже довольно много. Оксидиквиты в качестве взрывчатых веществ уже находят применение в горновзрывных работах на рудниках и шахтах, а также в военном деле.

Вот перечень некоторых наиболее важных вопросов, над которыми прежде всего придётся работать при широком внедрении кислорода в различные отрасли промышленности. Задачи поставлены перед нами чрезвычайно большие, и с ними можно справиться, конечно, только работая с большой энергией и по определённой плану.

Надо считать ещё с одной большой трудностью, которая в каждом деле существует. Посмотрим, как развивается в жизни всякая большая проблема. Она всегда развивается по спирали, потому что иначе она представит собой заколдованный круг. В самом деле, если вы спросите инженера-доменщика, почему не применяется кислородное дутье для выплавки чугуна, он скажет: «потому что нет в достаточном количестве кислорода». «Почему, — спросите вы кислородчика, — так медленно развивается кислородная промышленность?». Он ответит: «у нас нет потребителя кислорода в большом масштабе». Таким обра-

зом, доменщик не строит домен на кислородном дутье, не будучи уверен, что они будут обеспечены достаточным количеством кислорода, а кислородчики не строят кислородных заводов, не будучи уверены, что кислород найдёт сбыт. В капиталистических странах такой заколдованный круг разворачивается медленно и с трудом, потому что там вопрос о капиталовложениях имеет решающее значение. В наших условиях положение резко меняется. Для нашей страны рискнуть несколькими десятками миллионов рублей — совсем не то, что рискнуть какой-нибудь капиталистической фирме. Мы можем идти на опыты гораздо смелее. Конечно, здесь риск будет большой, будет много неудач, но нам их бояться не следует.

Дополнительная трудность заключается в том, что, в то время как мы хорошо знаем доменное производство и можем предвидеть возможные изменения в нём, получение кислорода в больших масштабах является для нас делом совсем новым.

Не так давно Институту физических проблем Академии Наук СССР под моим руководством удалось найти новые методы получения кислорода, основанные на применении низких давлений. Открыло эту возможность то обстоятельство, что мы базируем производство кислорода не на поршневом, а на турбинном методе. Экономичность турбинных установок, как показывает весь предшествующий технический опыт их использования, проявляется наиболее резко при больших установках и больших масштабах производства. Маленькие лавалевские турбины были неэкономичны, но экономичность электрических станций на десятки и сотни тысяч киловатт, оборудованных мощными турбинами, становится неоспоримой.

Рентабельность турбин растёт с их размерами; кроме того, турбины более долговечны, они не изнашиваются так быстро, как поршневые двигатели, капиталовложения при применении турбин значительно меньше (подсчёты показывают, что капиталовложения в турбинную установку будут в 3 раза меньше при большей рентабельности по сравнению с поршневыми агрегатами). Что же касается кислородных установок, то в большом масштабе они вообще не могут быть воспроизведены на основе поршневых методов. Только благодаря осуществлению турбинного принципа мы думаем, что сможем строить кислородные установки в тех масштабах, которые нужны, чтобы дать, например, кислород большой домне,

являющейся наиболее значительным потребителем кислорода.

Новые методы получения кислорода дали основание Советскому правительству принять ряд решений по производственному оформлению кислородного дела. Так возникло Главное управление по кислороду при Совнаркоме СССР, которое призвано широко внедрить в промышленность новые методы получения жидкого и газообразного кислорода, а также снабдить все отрасли промышленности кислородными установками турбинного типа.

Важнейшим органом Главного управления по кислороду является его Технический со-

вет, который осуществляет руководство внедрением в промышленность новых способов получения кислорода и его применением для интенсификации технологических процессов ряда отраслей промышленности СССР. В состав Технического совета входят руководящие деятели различных областей народного хозяйства Советского Союза. На регулярно собираемых заседаниях Техсовета решаются важнейшие вопросы, связанные с применением кислорода в промышленности. Значительная часть обработанных стенограмм докладов и прений на заседаниях Технического совета будет публиковаться в сборниках.

С ЗАСЕДАНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ КИСЛОРОДА В ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ*)

Акад. И. П. БАРДИН

Кислород участвует во всех физиологических, органических и неорганических процессах природы. В результате реакций его с другими элементами выделяется свободная тепловая энергия. Наиболее часто вступает в соединение с кислородом углерод и его органические соединения, которые и служат главнейшими источниками тепловой энергии.

Металлургия вообще, а стали в особенности, это — химия высоких температур. Она является одним из главных потребителей углерода и кислорода. Запасы кислорода в воздухе безграничны и распределены повсюду, поэтому воздух — незаменимый материал для всех термических процессов металлургии.

Активной составляющей частью воздуха, принимающей участие в химических реакциях, сопровождающих горение, служит кислород, который занимает лишь $\frac{1}{5}$ объёма воздуха. Остальные $\frac{4}{5}$ объёма представляют собой инертный, мёртвый газ — азот.

Металлургические процессы, представляющие собой или химические реакции, или тепловые и механические воздействия на металл, как правило, протекают при температурах выше 1000°C .

Азот, не принимающий участия в химических процессах, наравне с другими материалами нагревается до высоких температур и выбрасывается с дымовыми газами в атмосферу.

От всякого балласта, когда его размеры выше определённых пределов, необходимо избавиться. Такой процесс мы называем обогащением и применяем в необходимых случаях к нашим рудам, углям и неметаллическим ископаемым. (В исключительных случаях, при плавке богатых руд, для получения необходимых свойств и качества шлака приходится намеренно извне вводить бедные руды.)

Азот — балласт, от которого надо избавиться и стараться работать на воздухе, обогащённом кислородом до такого содержания, какое будет наиболее экономически выгодно для разнообразных металлургических процессов.

*) Доклад на заседании Технического совета Главкислорода 24 августа 1943 г.