

ИЗ АРХИВА П.Л. КАПИЦЫ

О получении и использовании жидкого кислорода**(Доклад на заседании Отделения физико-математических наук АН СССР 18 июня 1945 г. на сессии Академии наук, посвященной 220-летию со дня ее основания)**

П.Л. Капица

П.Л. Капица не раз повторял: "Задача ученого — не только быть правым, но и уметь доказать свою правоту и пропагандировать свои идеи". На эту работу Петр Леонидович никогда не жалел ни сил, ни времени. В апреле 1938 г. он пишет большое (около 20 с.!) письмо В.М. Молотову, в котором рассказывает о разработанном им новом методе получения кислорода из воздуха в промышленных масштабах. Это — превосходная научно-популярная статья, рассчитанная на о д н о г о читателя. Но читатель этот — глава Правительства! Пять с половиной лет спустя Капица, сам к тому времени ставший членом правительства, начальником Главкислорода при СНК СССР, направляет 2 декабря 1945 г. председателю Совнаркома И.В. Сталину "Записку о Главкислороде". В этой "Записке", очень подробной и обстоятельной, есть следующие, весьма характерные строки: "Мне кажется, основной недостаток лежит в недостаточной пропаганде наших новых идей (нельзя же все время жаловаться) и было бы, например, очень хорошо, если бы я мог сделать доклад нашим руководящим работникам о значении кислорода; чтобы они посмотрели наш кислородный завод и пр. Тогда, может быть, они будут не формально ведомственно и чиновничьи относиться к этому делу..."

В этом отрывке речь идет о кислородном заводе на территории Института физических проблем (установка ТК-200 или Объект № 1 — так эта установка называлась в постановлении Государственного комитета обороны от 2 марта 1942 г.). Кислородный завод ИФП, вступивший в строй в апреле 1943 г., давал 200 кг жидкого кислорода в час и обеспечивал 3/4 потребностей Москвы в кислороде. В январе 1945 г. в подмосковной Балашихе был принят правительственной комиссией Объект № 2, турбокислородная установка ТК-2000 — 40 тонн жидкого кислорода в сутки, примерно 1/6 производства кислорода в стране! И все эти годы П.Л. Капица будет неустанно пропагандировать свое детище — свой новый метод производства кислорода. И будет искать все новые и новые области применения кислорода в народном хозяйстве. Будет привлекать к этой работе ученых, инженеров, государственных деятелей...

Предлагаемый вниманию читателей доклад — последнее "пропагандистское" выступление П.Л. Капицы доопальных лет. Прочитан он был 18 июня 1945 г. на заседании Отделения физико-математических наук, посвященном 220-летию Академии наук СССР. Ранее доклад не публиковался.

Товарищи, я нахожусь в некотором затруднении, обращаясь к вашему вниманию с докладом о производстве кислорода и его использовании в жидком виде. Это скорее не физическая, а инженерная тема, и освещение ее казалось бы более уместным на нашем Техническом отделении Академии наук. Но к постановке и разрешению этой проблемы я подошел как физик, работал всегда в тесном контакте с физическим отделением Академии, а так как полный рассказ об этой проблеме включал бы не только физику и технику, но и экономические проблемы, то я решил остаться верным своему отделению и произнести свой доклад среди физиков. Лышу себя надеждой, что технические и экономические проблемы, которых мне придется коснуться, не будут вам затруднительны.

В особенности надо отметить, что эта работа, которой я посвятил себя последние годы, тесно связана с теми задачами, которые поставлены перед советской физикой войной и целым рядом оборонных проблем нашей страны. Все мы — физики — в эти годы в значительной мере работали и как инженеры, и как техники. Я думаю, что вряд ли наша наука, наша физика от этого проиграла; наоборот, мне кажется, что это послужило нам на

пользу, во всяком случае я думаю, что мне это послужило на пользу.

В 1938 г. я докладывал в Отделении физико-математических наук Академии наук мою работу о турбодетандере для производства жидкого воздуха¹. Тогда поставленная перед нами проблема получения жидкого воздуха была решена путем применения цикла низкого давления и турбинных механизмов. Об этой работе я тогда рассказывал более подробно. Теперешняя работа по производству кислорода в жидком виде есть продолжение той работы. Поэтому разрешите мне кратко напомнить те элементы прежней работы, которые будут нам важны для понимания результатов последующей работы.

За краткостью времени я не могу останавливаться на очень интересном вопросе о значении кислорода для

¹ Речь, по-видимому, идет о докладе, прочитанном П.Л. Капицей на расширенном заседании президиума АН СССР 25 декабря 1938 г. Сокращенная стенограмма этого доклада была опубликована в журналах "Плановое хозяйство", 1939. № 2. С. 73; "Техника-молодежи", 1939. № 3. С. 28.

нашей промышленности, для технологии целого ряда производственных процессов, о чем так много пишется и говорится в последнее время. Напомню только, что, умея получать кислород в чистом виде в больших количествах, мы можем интенсифицировать с его помощью наиболее важные отрасли нашей промышленности, как металлургия, черная и цветная, химическая промышленность, газификация углей. Таким образом, получение кислорода в чистом виде в больших количествах даст возможность поднять производительность самых основных отраслей нашей промышленности. Поэтому задача получения кислорода в больших масштабах есть одна из задач первоочередной важности.

Кислород — один из распространеннейших химических элементов; в веществах земной коры его содержится до 40 %. Но с большой достоверностью можно утверждать, что наиболее легко его всегда будут добывать из воздуха, где он находится в свободном состоянии.

Из методов получения кислорода из воздуха, подающим наибольшие надежды, является такой метод, который позволяет это делать термодинамически обратимым путем. До сих пор единственным осуществленным методом является метод сепарации составных частей воздуха путем ректификации. Процесс этот состоит в том, что воздух оживается; потом с жидким воздухом обращаются так же, как со смесью воды со спиртом. Жидкий воздух состоит из смеси кислорода и азота, кипящих при разных температурах с интервалом около 13°. Более летучей компонентой является азот и при кипении жидкого воздуха он первым делом испаряется. Колонки для ректификации жидкого воздуха принципиально подобны тем, которые применяются для ректификации спирта: в них выделяется газообразный азот и в остатке получается кислород с чистотой обычно в 99 %.

Таким образом, как видите, жидкий воздух является необходимой ступенью для получения кислорода.

В дальнейшем полученный жидкий кислород можно испарить, рекуперировав, конечно, при этом освобождающийся холод, и таким образом получить газообразный кислород.

Можно доказать, что этот процесс теоретически можно вести полностью обратимо с высоким коэффициентом полезного действия. При таком обратимом процессе энергетические затраты на получение 1 кубического метра кислорода при нормальном давлении и обычной температуре составят несколько меньше 0,1 кВт·ч. Ряд процессов, предложенных до сих пор, не давал возможности вести этот процесс с такой высокой степенью обратимости, с таким высоким коэффициентом полезного действия, и трудно ожидать, чтобы в ближайшее время такая возможность открылась. Во всяком случае на сегодняшний день жизнь показывает, что это есть наиболее правильный и дающий наибольшие надежды путь исканий.

Идея получения жидкого кислорода из воздуха путем его оживления и последующей ректификации принадлежит одновременно английскому ученому Бейли и немецкому ученому Линде. Последний начал свои опыты в этом направлении и построил первую ректификационную установку в 1895 году и 25 мая этого года продемонстрировал ее в Физико-техническом обществе в Мюнхене. Так что две недели назад истекло ровно 50 лет с того времени, как было положено начало разработке про-

блемы получения кислорода из воздуха путем его ректификации. За эти пятьдесят лет эта проблема претерпела ряд этапов своего развития, которые я сжато перечислю, — они важны нам для дальнейшего понимания особенностей стоявшей перед нами задачи.

До Линде кислород получался из бертолетовой соли — химическим путем — и служил в очень ограниченной области применения, где он и сегодня нисколько не потерял своего значения. Это — интенсификация физиологического процесса дыхания. Больному человеку дают кислород для того, чтобы поднять его жизненный тонус, интенсифицировав его дыхание, и тем самым поддержать его силы для борьбы с той или иной болезнью. Но этот вид потребления кислорода очень не велик.

Следующий этап развития техники получения кислорода был связан с применением кислорода для интенсификации горения. Я имею в виду автогенную горелку, применяющуюся для автогенной сварки и резки металлов. Для нее понадобилось весьма большое количество кислорода. Производство кислорода по способу Линде, основанное на ректификации воздуха, и дало возможность производить кислород в достаточно больших количествах и удовлетворять нужды сварочного дела.

Линдевский способ получения кислорода из жидкого воздуха был основан на циклах высокого давления.

Для охлаждения воздуха использовалась в основном работа против сил сцепления между атомами газа при его расширении от высокого давления к нормальному. Используя ряд теплообменников, можно было заставить газ охлаждать самого себя и постепенно дойти до температуры оживления.

В дальнейшем этот цикл был улучшен Клодом. Клод прибавил к нему экспансионную машину, заставил газ производить работу адиабатически не за счет внутренних сил сцепления между атомами газа при его расширении, а путем применения поршневой машины, в которой газ мог совершать работу против внешних сил. Машина, подобная паровой, в которую вместо пара пущен сжатый воздух, будет производить работу за счет расширения воздуха от некоторого давления до нормального; при этом воздух будет охлаждаться. Заставляя воздух охлаждаться таким обратимым путем, теоретически можно довести его до температуры оживления. Но здесь возникают практические трудности со смазкой. При низких температурах, — а здесь мы имеем температуру ниже -180° Цельсия, — все смазочные вещества становятся твердыми. Попытки найти смазочные вещества, которые были бы мягкими при этих температурах, не увенчались успехом. Поэтому с помощью такой машины воздух не удастся охладить до достаточно низкой температуры, а если удастся, то КПД незначителен.

Еще в начале развития техники разделения воздуха физик Рэлей предложил в качестве расширительной машины для охлаждения воздуха использовать турбину. Турбина представляет то преимущество, что в ней вопрос смазки отсутствует: если подшипники вынести из области низкой температуры, а ротор оставить в области холода, то можно заставить воздух производить работу при расширении без всяких смазочных веществ. Точнее, смазка будет употребляться в подшипниках, которые будут находиться в области обычных температур. Теплопроводность оси настолько невелика, что вполне возможно изолировать подшипники от холода, расширяющегося от ротора. Но попытка построить холо-



П.Л. Капица и А.И. Мороз в аппаратном зале Балашихинского кислородного завода. Зима 1944/1945 гг.

дильные машины с турбинами после Рэля не увенчалась успехом, и основная причина заключается в следующем.

К вопросу об использовании турбины надо было подойти совсем с другой стороны.

Дело в том, что вопрос применения турбин и турбинных механизмов для получения кислорода по-настоящему остро стал тогда, когда появилась необходимость добывания кислорода в больших количествах, когда те количества, которые можно производить машинами поршневыми, машинами высокого давления, представляются ничтожными.

Здесь мы имеем большую аналогию с тем, что происходит в энергетике, где паровая поршневая машина оказалась недостаточной по своим размерам, чтобы получать в отдельной единице большие энергетические мощности. Пришлось перейти к турбинам.

Этот переход не был связан исключительно с энергетическим выигрышем, потому что на сегодняшний день с наилучшим коэффициентом полезного действия работают дизеля, а не паровые турбины. Этот переход стимулировался другим обстоятельством, а именно тем, что возможность получения больших мощностей в одной установке открывается только с применением турбин. Здесь, по-видимому, сказывается какой-то общий закон, который руководит развитием техники. Его действие мы можем проследить всюду, где возникает вопрос об интенсификации того или иного процесса: это закон замены прерывного движения непрерывным. Например, когда человек захотел быстрее передвигаться, он не стал удлинять свои ноги (хотя такие попытки, применяя ходули, и делал), но в конечном счете все-таки перешел к колесу, к непрерывному вращательному

движению. Когда понадобилось в больших количествах производить бумагу, пришлось обратиться к ролльным машинам непрерывного движения. К ротационным машинам пришла печаль, вынужденная отказаться от плоскопечатных машин периодического, прерывного действия, и, наконец, как уже было сказано, поршневая паровая машина была заменена паровой машиной непрерывного действия — турбиной. Естественно, что когда действительно остро стал вопрос о получении кислорода в больших количествах, решение этой проблемы оказалось в зависимости от замены поршневой холодильной, расширительной машины, так называемого поршневого детандера, который развивается около 50 лет, холодильной турбиной. Стал этот вопрос не только у нас; еще до моих работ он был поднят и за границей. Было предпринято несколько серьезных попыток сделать турбинный детандер. Эти попытки имели известный успех: турбинный детандер, построенный фирмой "Линде", имел КПД около 60% (эта цифра основана на фирменных данных, сами мы этих машин у себя не испытывали, и возможно, что они завышены, как это обычно бывает).

Мне удалось показать, что низкий КПД этих турбинных детандеров обязан неправильному подходу к решению этой машины. Газ используется в ней так же, как и пар в паровой машине. Газ, находящийся под высоким давлением, расширяется, отдает свою работу ротору и за счет этого охлаждается; постепенно его можно с помощью такой машины заставить охладиться до температуры ожигения. Но при этом расширяющийся, совершающий работу и охлаждающийся газ нельзя рассматривать работающим в таких же условиях, что и пар. Тот

факт, что и пар, и воздух есть газы, еще не дает права строить турбину холодильную по тем же самым правилам, по каким строилась паровая турбина. Критическая скорость, вязкость и плотность воздуха при низких температурах совершенно отличаются от тех же свойств пара. Оказалось, что холодильную турбину нужно строить вовсе не по образу паровой турбины, а скорее по образу водяной турбины. Это было мной предложено и был построен турбодетандер по образу водяной турбины. Он показал высокий КПД и дал возможность получать жидкий воздух, используя турбинный принцип и в машинах для предварительного сжатия воздуха. Это объясняется тем, что турбодетандер с высоким КПД позволяет пользоваться сжатым воздухом низкого давления (вместо давления до 200 атмосфер удалось применить давление в несколько атмосфер). Таким образом удалось не только заменить поршневой детандер вращающимся детандером — турбиной, но и избавиться от поршневых машин для сжатия воздуха и перейти на турбинные машины — на турбокомпрессоры.

Напомню, что в этом собрании я показывал маленькую турбинку, которая несмотря на свои небольшие размеры позволяла получать на небольшой установке до 30 литров жидкого воздуха в час. Эта небольшая турбина вращалась со скоростью 45000 оборотов в минуту. По существу, эта маленькая турбина, хотя она и выявила ряд преимуществ турбинного метода в холодильном деле, не отвечала еще той основной задаче, ради решения которой она была создана. Холодильная турбина могла себя оправдать, только если можно было перейти к большим масштабам производства — к большим установкам. Только тогда она позволит осуществить получение жидкого воздуха в таких больших масштабах, какие недостижимы поршневым методом. Это оставалось доказать.

Но дело в том, что жидкий воздух в таких больших количествах не нужен и строить машину для получения нескольких тонн жидкого воздуха в час бессмысленно, потому что его куда-то будет девать. Поэтому-то вначале и нужно было построить маленькую машину, изучить на ней все законы, которым подобные машины подчиняются и после этого уже перейти к машинам крупных размеров. В этом отношении нам помог тот факт, что в больших количествах требуется жидкий кислород. Проблема его получения в больших количествах представила особенный интерес во время войны. Прежде всего во время войны резко возрастает потребление кислорода для автогенных целей. По американским данным потребление кислорода для автогенных целей увеличилось в США за время войны в 5 раз. Это понятно: резка и сварка стальных листов чрезвычайно существенна при производстве танков, морских транспортов и других крупных металлических конструкций. Жидкий кислород имеет то преимущество перед газообразным кислородом, что его легко транспортировать. В стальном баллоне помещается не свыше 9 куб. метров газообразного кислорода, который весит примерно 10 кг, а тара — стальной баллон — весит 80 кг. А в изолированном от тепла сосуде, куда налит жидкий кислород, его вес в несколько раз превосходит вес тары. Таким образом, то количество кислорода, которое можно провезти на одном грузовике, в газообразном виде можно было бы провезти по меньшей мере на 10 грузовиках такой же подъемной силы. Большие преимущества дает обраще-

ние с жидким кислородом в больших количествах: испаряемость возрастает пропорционально поверхности, которая увеличивается в квадратном измерении, а количество кислорода, заключенного в данном сосуде, пропорционально его объему. С увеличением этого объема время испарения всего количества кислорода, находящегося в сосуде с данной толщиной изоляции, также увеличивается. В результате в сосуде емкостью в 13 тонн жидкого кислорода при нормальной 20-сантиметровой изоляции из шлаковой ваты кислород может продержаться месяца полтора. За этот промежуток времени его можно транспортировать на большие расстояния. До войны немцы начали широко внедрять жидкий кислород, потому что он облегчает транспортировку, а сейчас это делают американцы. Большие количества кислорода они в основном транспортируют в жидком виде, и в стоимость кислорода, доставляемого на место его потребления, главной статьей входят транспортные расходы. Это дало возможность поднять вопрос о постройке кислородных установок большой мощности.

Совершенно неожиданно для нас в дальнейшем оказалось, что применение жидкого кислорода в военной технике имеет гораздо более существенное значение, чем можно было ожидать. Правда, это выявилось не у нас, а в Германии. Всем присутствующим, наверное, из прессы известно, что жидкий кислород является компонентой горючей смеси в ракетных самолетах, которые называются "Фау-2" и которыми бомбардировалась Англия. В таких ракетных снарядах по сообщениям английской прессы помещается 5 тонн жидкого кислорода. Такой запас окислителя дает возможность сообщить ракете скорость 1700 км в час и забросить ее на высоту 80 км. Ракета, кроме того, перебрасывает груз, которым при ее военном применении явилось взрывчатое вещество, в количестве 1 тонны на расстояние 330 км.

Применение кислорода для ракет и вообще для военной техники представляет известный интерес. Но мне кажется, что и для мирной, культурной жизни возможность перебрасывать грузы с такой быстротой на большие расстояния представит в будущем некоторый интерес. Самые простые подсчеты, основанные на данных, опубликованных и относящихся к "Фау-2", показывают, каков предел размеров такой ракеты и дальности ее полета. Из теории подобия легко видеть, что, применяя жидкий кислород, можно осуществить ракету весом несколько тонн, которая может лететь на расстояние около 2000 километров. Таким образом, у нас имеется, например, полная возможность посылать большое количество почты и посылок из Европы в Америку, и время, которое займет это почтовое отправление, будет 10 минут... Если вы подсчитаете полезную нагрузку такой почтовой ракеты, считая вес письма в среднем в 25 грамм, и если будете брать за пересылку письма 1 доллар, вы увидите, что вы получите очень хороший доход от посылки такой ракеты, и никто не упрекнет вас, что вы делаете что-то нехорошее, хотя, может быть, страна, которая будет получать такие почтовые посылки, будет чувствовать себя не очень уютно... Во всяком случае она не будет чувствовать себя в такой безопасности, как она себя чувствовала до этого почтового сообщения.

Я хотел лишь отметить, что без жидкого кислорода осуществить такое почтовое сообщение будет, конечно, невозможно.



Отгрузка жидкого кислорода с Балашихинского завода. Весна 1945 г.

Но помимо таких применений жидкого кислорода, как в ракетных двигателях, его достаточно много требуется и для автогенных целей. Поэтому во время войны было решено построить установку для получения жидкого кислорода в большом масштабе и это было осуществлено в нашей стране в трудных условиях военного времени. Для этого был построен специальный завод, который изготовил установку большой мощности. О ней я и хочу вам рассказать несколько слов (время не позволяет мне дать вам ее подробное описание).

Принцип ее тот же самый, который был положен в основу ранее созданных установок для получения жидкого кислорода. Обе установки мало отличаются. Только последняя установка для получения жидкого кислорода примерно в 100 раз больше по масштабу, чем та установка, о которой я вам рассказывал прежде, и конечным продуктом ее является не жидкий воздух, а жидкий кислород. При этом мы пошли также на некоторое изменение процесса ректификации. Обычные разделительные колонны применительно к установкам большого масштаба приняли бы очень большие размеры и чтобы избежать этого, мы решили попытаться интенсифицировать процесс ректификации. Этим вопросом уже занимались в Америке в области нефтяного дела, особенно обращает на себя внимание работа русского инженера Подбельняка. Исходя из той же идеи — интенсифицировать соприкосновение между газовой и жидкой средой — мы пошли по пути несколько иного технического оформления этой идеи. Найденное нами своеобразное решение задачи интенсификации разделення путем введения в колонку вращательного движения

отдельных ее элементов, сразу дало значительные преимущества. Они выразились в том, что ректификационная колонна, которая должна была бы занимать в высоту пространство в 7 метров, сведена к высоте 2–3 метра. Это для нас очень важно, так как уменьшая размеры ректификационной аппаратуры, мы уменьшаем и поверхность ее, а следовательно, и холодильные потери.

В установках для получения жидкого кислорода в большом масштабе, так же как и в установках для получения жидкого воздуха, был использован принцип регенераторов при низком давлении. При этом машина освобождается от неприятной химической очистки поступающего на ожижение воздуха от углекислоты и влаги и весь процесс ожижения воздуха значительно упрощается.

Эта установка была осуществлена более чем полгода назад, затем принята Правительственной комиссией, работавшей очень тщательно, и признана вполне работоспособной. Теперь она снабжает Москву и ее районы кислородом.

Таким образом, была во время войны осуществлена эта установка, она была пущена и показала, что в одном агрегате мы можем получать по жидкому кислороду мощности примерно в 7 раз большие, чем те, которые в одном агрегате достигались прежними методами. Здесь сохраняется аналогия с паровой турбиной: от паровой турбины вы можете получить в одном агрегате большую мощность, чем от паровой поршневой машины. То, что мы предполагали теоретически, теперь на этой установке доказано практически. Это сразу открыло нам большие возможности. Результаты этого вы можете видеть из

следующего хотя бы сопоставления. Если взять все существующие установки для производства кислорода и вывести среднюю производительность, то такая мощная установка, как наша, заменяет около 40 установок прежнего типа. На каждой из них в среднем занято 25 аппаратчиков, в сумме это 1000 человек. А для обслуживания одной мощной установки, эквивалентной этим сорока, нужны те же 25 человек... Таким образом, почти 1000 человек освобождается. Как абсолютная величина это может быть и не такое большое количество. Но обучить, пропустить через техникумы, на четыре года освободить от работы такое количество молодежи — это нелегкая задача даже и не в военное время, а тем более во время войны. Поэтому с точки зрения народнохозяйственного целого достигаемая экономия в рабочей силе может быть не так уж и мала.

Кислород, получаемый на наших установках, отличается большой чистотой, потому что, как я уже сказал, отсутствует предварительная химическая осушка и очистка воздуха, поступающего на ожижение.

В эксплуатации такая машина оказалась очень надежной — все основные процессы в ней переведены на вращательное движение, и она обладает значительно меньшим количеством трущихся частей, износ ее невелик. Одна из таких установок уже проработала непрерывно свыше 4000 часов.

Эти работы были отмечены, и мы, и ряд наших работников награждены правительственными наградами². Мы горды тем, что смогли оказать помощь Красной Армии нашим кислородом в ее замечательных усилиях.

Все сказанное относится к решению проблемы жидкого кислорода. Теперь перед нами стоит вопрос о получении в больших количествах газообразного кислорода. Казалось бы, газообразный кислород можно получать, испаря жидкий кислород. Но это было бы неэкономично, потому что при этом теряется весь холод. Этот холод надо рекуперировать. Это можно осуществить разными путями, но любой из выбранных путей должен быть экономичным, т.е. позволять осуществлять весь процесс в целом наиболее обратимым образом. Это интересная физическая задача. Вообще надо сказать, что ни в одной области техники нет такого количества разнообразнейших схем, как в холодильной технике. Это объясняется главным образом тем, что в этой области техники очень трудно воспроизвести процесс, который совершался бы адиабатическим путем. Процесс адиабатического охлаждения есть непрерывный процесс, а его приходится делать прерывным, подразделяя каскады, чтобы как можно ближе подойти к адиабатическому процессу. И то обстоятельство, что мы можем делить всякий холодильный процесс на каскады, приводит к большому числу комбинаций подобных каскадов. Далее, вы имеете ректификационный процесс, который, как адиабатический, мыслится бы как непрерывный, но

который мы также вынуждены делить на ступени (две ступени в одной колонке). Идеальным был бы цикл, осуществляющий эти процессы непрерывно. Перед физиками и стоит задача — как бы это наилучше осуществить. Нам удалось подойти к этому вопросу теоретически и показать, какое наилучшее деление цикла соответствует однокаскадной схеме, какое двухкаскадной и т.д. Этой цели служит графический метод, позволяющий, используя второе начало термодинамики, получать однозначное решение любой технической задачи в этой области. Этот метод дает возможность сразу отменить некоторые схемы, которые не являются наилучшими. Эту работу мы сейчас заканчиваем и в связи с этим приступаем к осуществлению установки для получения газообразного кислорода. Насколько хорошо нам удастся найти решение этой последней части кислородной проблемы — покажет будущее. Здесь на нашем пути также имеется ряд трудностей, но я надеюсь, что мы сумеем с ними справиться.

И тогда перед нами во весь рост встанет задача внедрения больших количеств кислорода, которые окажутся нам доступны. Нам нужно будет внедрить кислород в промышленность и реорганизовать на этой основе нашу металлургию и другие отрасли хозяйства. В своем докладе на Техническом совете Главкислорода, докладе, ныне опубликованном, академик И.П. Бардин подсчитал, что если с теми показателями, какие мы надеемся получить и которые мне кажутся не завышенными, внедрить наш кислород в металлургию, то этим удастся на том же оборудовании, которое у нас имеется сейчас, на том же количестве домен, получать примерно двойное количество чугуна и стали и освободить при этом 40 % рабочих, уменьшить число рабочей силы, занятой в этой отрасли производства³. Примерно такого же характера показатели, которые даются и для других областей техники. Но для того чтобы осуществить и внедрить эти новые процессы, конечно, предстоит еще много работы, предстоит много трудностей и неудач. Самое, пожалуй, интересное — это то, что здесь предстоит экспериментировать в масштабах, которые нам, физикам, трудно понять. Постройка экспериментального завода стоимостью в 130 миллионов рублей является, например, необходимым элементом для осуществления таких начинаний в металлургии. И если нам во время войны удалось достичь известных результатов, то если мы сейчас энергично возьмемся за дело, мы можем не сомневаться в успехе...

Мы разбили сильного врага на полях сражений. Но война с природой продолжается, и если мы не напряжем для нее всех усилий, мы перестанем расти как страна. Если же мы дружно возьмемся за эту борьбу, мы будем самой великой, богатой и счастливой страной, какой, несомненно, и будем...

Публикация П.Е. Рубина

² 30 апреля 1945 г. П.Л. Капице указом Президиума Верховного Совета СССР было присвоено звание Героя Социалистического Труда "за успешную научную разработку нового турбинного метода получения кислорода и за создание мощной турбокислородной установки для производства жидкого кислорода". В тот же день были подписаны указы о награждении Института физических проблем орденом Трудового Красного Знамени и большой группы сотрудников ИФП АН СССР и Главкислорода орденами и медалями.

³ См. Бардин И.П. Реконструкция Косогорского завода в связи с применением дутья, обогащенного кислородом. — Издание Бюро по применению кислорода НКЧМ СССР и Технического Совета Главкислорода при СНК СССР. М.: 1945.