

Тищенко Иван Александрович

**Основные процессы и аппараты
химической технологии**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
И17

И17 **Иван Александрович Т.**
Основные процессы и аппараты химической технологии / Тищенко Иван Александрович –
М.: Книга по Требованию, 2023. – 166 с.

ISBN 978-5-519-76914-3

ISBN 978-5-519-76914-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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, клякс, 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 первоизданном 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.

вываються на законахъ физики, механики, химіи, въ новомъ курсѣ должны будуть получить самостоятельное т е х н о л о - л о г и ч е с к о е освѣщеніе.

Кромѣ того въ задачу курса, какъ это указываетъ самое названіе, входитъ и разсмотрѣніе различныхъ а п п а р а - т о в ѣ, въ которыхъ протекають техническіе процессы. Раз- смотрѣніе различныхъ конструкцій аппаратовъ, имѣющихъ одно и тоже назначеніе, но примѣняемыхъ къ разнымъ матеріаламъ, должно, по моему мнѣнію, расширить кругозоръ технолога, дать ему правильныя основанія для проектированія, выбора на прак- тикѣ той или иной конструкціи и для критическаго отношенія къ тѣмъ аппаратамъ и установкамъ, съ какими ему придется сталкиваться въ его практической дѣятельности.

Въ предлагаемый курсъ войдутъ, въ качествѣ отдѣльныхъ главъ, описанія и изслѣдованія слѣдующихъ процессовъ: и з м е л ь ч е н і е, с м ѣ ш и в а н і е и о т д ѣ л е - н і е тѣлъ другъ отъ друга, о х л а ж д е н і е и н а г - р ѣ в а н і е, а также и тѣ процессы, которые приводятъ къ измѣненію агрегатнаго состоянія тѣлъ, т.е. п л а в л е - н і е, о т в е р д ѣ в а н і е, р а с т в о р е н і е, к р и с т а л л и з а ц і я, о х л а ж д е н і е, в ы п а - р и в а н і е, в ы с у ш и в а н і е, к о н д е н с а ц і я и п е р е г о н к а.

Г Л А В А 1

О ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ВОСБШЕ.

Безъ сложная и разнообразная жизнь окружающей насъ природы складывается изъ безчисленнаго множества всевозможныхъ процессовъ: физическихъ, химическихъ и біологическихъ. Такія природныя явленія, идущія безъ всякаго участія нашей воли, мы называемъ, восбше, е с т е с т в е н н ы м и процессами. Наша дѣятельность по отношенію къ естественнымъ процессамъ ограничивается н а б л ю д е н і е м ъ, систематизаціей множества отдѣльныхъ наблюденій и нѣкоторыми выводами и заключеніями, основанными исключительно на наблюденіяхъ.

Въ своей естественной обстановкѣ всѣ природныя явленія представляются, обыкновенно, весьма сложными и подчиненными вліянію множества основныхъ и второстепенныхъ условій. Для того, чтобы объять естественный процессъ во всей его сложности, необходимо изучить вліяніе каждаго фактора въ отдѣльности, необходимо проанализировать явленіе. Для такого а н а л и з а требуется провести разъ наблюдаемый естественный процессъ въ искусственно созданной л а б о р а т о р н о й обстановкѣ, устраняя вліяніе многихъ условій и оставляя въ дѣйствиі одно или нѣсколько изъ нихъ. Такія

искусственно воспроизводимія явленія можно называть лабораторными процессами. Они служат, обыкновенно, для изученія естественныхъ процессовъ посредствомъ опыта и наблюденія. Изучивъ на лабораторныхъ процессахъ вліяніе всевозможныхъ условій, путемъ дедукціи возможно уже бываетъ сдѣлать выводы болѣе или менѣе справедливые и по отношенію къ естественнымъ процессамъ въ ихъ сложной обстановкѣ.

Изучивъ то или иное явленіе, неоднократно наблюдая, къ какимъ результатамъ оно приводитъ, будучи воспроизведено въ той или иной обстановкѣ, — мы часто наталкиваемся на возможность использовать, примѣнить данное явленіе для тѣхъ или иныхъ своихъ цѣлей. Обыкновенно, для того, чтобы провести данное явленіе съ наибольшей пользой, т.е. съ наибольшимъ сохраненіемъ силы и матеріала, приходится приспособлять обстановку, среду, въ которой протекаетъ данный процессъ, видоизмѣняя для этого не только масштаб производства, но также и устройство тѣхъ машинъ и приборовъ, при помощи которыхъ данный процессъ воспроизводится. Такой искусственный процессъ, воспроизводимый нами съ цѣлью использованія его для нашихъ нуждъ, называется **техническимъ процессомъ**.

Не всегда, конечно, взаимодействие между человекомъ и окружающей природой проявляется въ последовательности,

указанной словами: наблюдение, изучение, использование. Часто мы сь большой для себя выгодой примѣняемъ тотъ или иной процессъ далеко еще не вполне изученный. Въ такихъ случаяхъ, конечно, техническое использование процессовъ является болѣе или менѣе ограниченнымъ. Вполнѣ же использовать данное явление можно только тогда, когда оно вполне нами изучено. Съ другой стороны имѣется много вполне изученныхъ явленій, которыя не могутъ быть использованы или потому, что въ ряду другихъ аналогичныхъ явленій не представляются наиболѣе выгодными или потому, что вообще не соотвѣтствуютъ потребностямъ человека, не могутъ удовлетворить ни одной изъ нихъ.

Многія обобщенія и выводы технологіи въ противоположность законамъ природы не могутъ имѣть вѣчнаго и абсолютнаго значенія. Всѣ техническіе процессы переживаютъ непрерывную и сложную эволюцію, всѣ они подвергаются строгому искусственному отбору главнымъ двигателемъ котораго является стремленіе къ максимальной пользѣ. Въ результатѣ такого искусственнаго отбора, наиболѣе экономичные техническіе процессы являются наиболѣе распространенными и долговѣчными. Такъ какъ условія, опредѣляющія экономичность даннаго технического процесса, часто могутъ мѣняться во времени и въ разныхъ мѣстахъ, то ясно, что одинъ и тотъ же процессъ можетъ быть не всегда и не вездѣ наиболѣе распространеннымъ

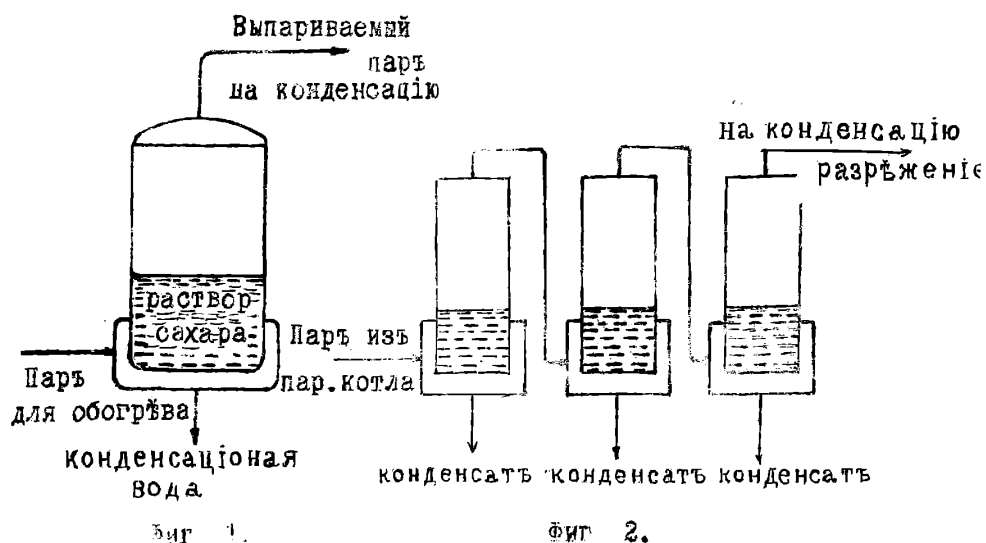
и общепринятымъ. Дѣйствительность даетъ тому не мало примѣровъ. Такъ, на примѣръ, Леблановскій способъ технического производства соды долгое время былъ единственнымъ. Въ настоящее время онъ почти совершенно вытѣсненъ другими способами. Въ 1902 г. по способу Леблана было добыто только 10 % всего количества соды. Въ Германіи и у насъ, въ Россіи, нынѣ почти вся сода получается по амміачному способу Сольве. Причинами исчезновенія способа Леблана являются сравнительная дороговизна его и необходимость перерабатывать побочные продукты, хотя бы весьма цѣнные и способные къ регенерации. Преимущества же способа Сольве, вызвавшія его широкое распространеніе, заключаются въ сравнительной простотѣ его въ химическомъ отношеніи, его дешевизнѣ и наличности одного лишь отброса - раствора хлористаго кальція.

Еще примѣръ. Долгое время источникомъ для полученія весьма распространенной синей краски - индиго - являлись нѣкоторыя растенія. Въ настоящее же время естественное индиго почти совершенно вытѣснено искусственнымъ, получаемымъ изъ нафталина, продукта сухой перегонки каменнаго угля. Причинами замѣны естественнаго индиго искусственнымъ являются сравнительная дешевизна и абсолютная чистота послѣдняго.

Такому искусственному отбору, основанному на сравнительной экономичности, подвергаются не только технические процессы. Точно такую же эволюцію переживаютъ и различныя а п п а р а т ы.

До девяностых годовъ прошлаго столѣтія для измельчающихся тогда во всей Европѣ 30 милліоновъ бочекъ цемента применялись исключительно жернова, которые въ настоящее время почти вездѣ замѣнены шаровыми, трубчатыми и маятниковыми мельницами. Для того, чтобы понять, чѣмъ вызвана была подобная замѣна, достаточно замѣтить, что при жерновахъ на одну бочку цемента въ часъ расходовалось 10 HP (HP—лошадиная сила, равная 75 килограмметрамъ въ секунду), между тѣмъ какъ новые аппараты требуютъ при тѣхъ же условіяхъ половину этой работы. Считая въ 1 коп. стоимость 1HP въ часъ, получаемъ на каждой бочкѣ экономію въ 5 копѣекъ. Если примемъ во вниманіе, что годовая производительность цементныхъ заводовъ въ Европѣ достигла нынѣ 90 мил. бочекъ, то увидимъ, что общая экономія, доставляемая замѣной старыхъ жернововъ новыми мельницами, достигаетъ нынѣ 4500000 рублей въ годъ. Эту берегаемую сумму смѣло можно еще удвоить, если принять во вниманіе, что не только готовый цементъ, но также и сырые матеріалы цементнаго производства измельчаются теперь усовершенствованными машинами.

Еще примѣръ. До начала восьмидесятыхъ годовъ прошлаго столѣтія въ сахарномъ производствѣ для выпариванія жидкихъ сахаристыхъ растворовъ применялись почти исключительно такіе выпарные аппараты, которые состояли изъ одного закрытаго котла, снабженнаго приспособленіемъ для обогрѣванія и трубами для створа выпариваемаго пара въ конденса-



саторъ. Такіе однокорпусные выпарные аппараты имѣли устройство, схематически изображенное на ф и г. 1. При такомъ устройствѣ выпарного аппарата для выпариванія 100 кгр. воды требовалось затрачивать отъ 11,6 до 17,3 кгр. каменнаго угля въ зависимости отъ его теплотворной способности. Но вотъ въ 1882 г. французами R i l l i e u x и L e x a впервые былъ построенъ трехкорпусный выпарной аппаратъ съ многократной утилизаціей испаряемаго пара. Трехкорпусный аппаратъ схематически изображенъ на ф и г. 2.

Само собой разумѣется, что такой многокорпусный аппаратъ сдѣлалъ возможной гораздо болѣе совершенную утилизацію тепла, получаемую при сжиганіи угля въ паровыхъ котлахъ. Позже начали уже строить четырехъ, пяти и

шестикорпусные аппараты, что дало возможность еще полнее утилизировать теплоту, получаемую при горении угля. Такъ, напримеръ, пятикорпусный выпарной аппаратъ для выпариванія 100 кгр. воды требуетъ всего только 2,4 - 3,5 кгр. угля, что въ сравненіи съ вышеуказаннымъ расходомъ угля для однокорпуснаго аппарата (11,6 - 17,3) представляетъ громадную экономію. Сравнительная экономичность многокорпусныхъ выпарныхъ аппаратовъ привела къ тому, что въ короткій сравнительно срокъ всѣ сахарные заводы завели многокорпусныя "выпарки".

Можно было бы привести еще не мало примѣровъ изъ другихъ отраслей химической промышленности, но и сказаннаго достаточно для того, чтобы показать, что стремленіе къ наибольшей экономіи является основнымъ двигателемъ эволюціи техническихъ процессовъ и аппаратовъ.

Разсматривая всѣ процессы, какъ естественные, такъ лабораторные и технические, мы легко можемъ замѣтить, что всѣ они могутъ идти при наличности слѣдующихъ условій: ВЕЩЕСТВА, подвергавшагося какому-либо измѣненію и ЭНЕРГИИ, также измѣняющейся и производящей измѣненія въ веществѣ.

Въ техническихъ процессахъ вещество въ той формѣ, какую оно имѣетъ до начала измѣненій, называется исходнымъ веществомъ или СЫРЬЕМЪ МАТЕРІАЛОМЪ. По окончаніи же измѣненій вещество превращается въ ПРОДУКТЪ, который идетъ непосред-

ственно для употребленія.

Всѣ измѣненія вещества идутъ при наличности извѣстныхъ физическихъ условій, для поддержанія которыхъ необходимо присутствіе того или иного АППАРАТА, способнаго при помощи извѣстнаго вида энергіи производить въ веществѣ тѣ или инныя измѣненія.

Такимъ образомъ, элементами, изъ которыхъ складывается всякій техническій процессъ, являются: 1) СЫРОЙ МАТЕРІАЛЪ, 2) ПРОДУКТЪ, 3) АППАРАТЪ и 4) ЭНЕРГІЯ.

Всякій техническій процессъ необходимо разсматривать съ двухъ сторонъ: 1) со стороны матеріальной и 2) со стороны энергетической. Наряду съ превращеніемъ матеріи во всякомъ явленіи имѣетъ мѣсто и превращеніе энергіи. Мы легче всего замѣчаемъ измѣненія матеріальнаго характера, такъ какъ они прямо бросаются въ глаза, между тѣмъ какъ измѣненія энергетическаго характера всегда бываютъ болѣе или менѣе скрыты отъ нашихъ чувствъ и обнаруживаются часто только послѣ нѣкоторыхъ разсужденій. Воспроизводя въ своихъ цѣляхъ тотъ или иной процессъ, мы всегда различаемъ въ немъ и матеріальную и энергетическую стороны. Но нѣкоторыми процессами мы пользуемся только потому, что въ результатѣ они даютъ намъ извѣстные продукты, другими же - только потому, что они даютъ намъ нѣкоторый желательный для насъ видъ энергіи, превращая въ нее исходную затраченную нами энергію. Напримѣръ, при производствѣ амміачной соды изъ NaCl , NH_4 и CO_2 мы снѣни-

ваемъ идущіе здѣсь процессы постольку, поскольку они въ результатѣ дадутъ намъ окончательный продуктъ Na_2CO_3 . Энергетическія же измѣненія въ этомъ процессѣ не имѣютъ для насъ значенія. Сжигая топливо подъ паровымъ котломъ, мы, напротивъ, совершенно не используемъ продуктовъ горѣнія, а заинтересованы только въ томъ, чтобы превратить химическую энергію топлива въ энергію давленія пара. Изъ этихъ примѣровъ, конечно, не слѣдуетъ, что, интересуясь одной стороной процесса, мы должны оставлять въ полномъ забвеніи другую. Въ примѣрѣ амміачной соды мы мало заботимся объ энергетической сторонѣ процесса только потому, что термохимическія измѣненія въ реакціяхъ, тамъ применяемыхъ, незначительны. Другое дѣло, если бы реакціи полученія соды шли съ сильнымъ саморазогрѣваніемъ или, наоборотъ, требовали значительныхъ затратъ тепла. Въ первомъ случаѣ мы постарались бы найти способъ утилизаціи выдѣляющагося тепла, во второмъ - мы задумались бы надъ вопросомъ, выгоденъ ли вообще амміачный способъ. Въ примѣрѣ же парового котла дымъ, не смотря на свою кажущуюся бесполезность, интересуется насъ какъ своими физическими свойствами, главнымъ образомъ, температурой, такъ и своимъ химическимъ составомъ, съ котораго зависитъ тепловой и пирометрическій эффектъ топлива. Теплоту дымовыхъ газовъ мы пытаемся утилизировать при помощи экономайзеровъ для предварительнаго нагрѣванія питающей котель воды, а составъ дыма служитъ для насъ наилучшимъ показателемъ полнаго сгоранія топлива и