Инж.-техн. И. В. Геблер.

К вопросу о регенерации каучука.

Большое количество резиновых отбросов, остающихся от пришедших в негодность различных резиновых изделий[1]), представляет собою весьма обильный материал, рациональное использование которого составляет важную экономическую задачу, сберегая расходование такого дорогого продукта, каким является каучук.

Громадное требование на каучук, создавшееся в новейшее время под влиянием развития автомобильного дела и авиации, едва покрывалось производством натурального каучука, сборы которого реализировались сполна без оставления на рынке сколько нибудь значительных запасов, в связи с тем цены на каучук неуклонно росли; все это привело к возникновению в технике двух вопросов: о приготовлении искусственного (синтетического) каучука и об утилизации резиновых отбросов путем наиболее рационального использования находящегося в них каучукового вещества.

С тех пор как работами многих химиков была установлена связь между веществом каучука и углеводородом изопреном и найдено, что он способен полимеризоваться, превращаясь при этом в вещество, если не тождественное с каучуком, то, во всяком случае, весьма близкое к нему по свойствам,— можно считать решенным вопрос о синтетическом каучуке, который стало возможным получать, по крайней мере, в лабораторных условиях. Было предложено много способов для получения изопрена (иначе метил—бутадиена: C_5H_8 или $\begin{matrix} CH_2 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C - CH = CH_2$) и для превращения его путем полимеризации в каучуко-подобный продукт; из таких способов наиболее надежным, в смысле выхода кажется, нужно считать предложенный И. И. Остромысленским, который получает изопрен из скипидара, действуя на его пары в присутствии катализаторов, тихим электрическим разрядом; в этих условиях отчасти происходит разрыв мостовой связи пиненного кольца скипидара, отчасти полное его разрушение, что приводит к смеси углеводородов, среди которых главное место принадлежит лимонену и изопрену; последний полимеризуется в каучуко-подобное вещество под влиянием ультра-фиолетовых лучей, получаемых при помощи кварцевых ламп, нагреванием с натриевой проволокой или другими способами. Перенесенные в фабричную обстановку подобные способы первоначально оказались дорогими и в то время не приобрели серьезного технического значения; тем больший, поэтому, интерес представляет второй важный в экономике резиновой индустрии вопрос—об использовании резинового старья или регенерации каучука.

Фабрикация резиновых изделий основана на следующих свойствах сырого каучука: 1) при нагревании до 60—100°C и одновременном переминании, он, превращается в пластическую массу, из которой могут формоваться изделия; 2) он способен растворяться в некоторых органических растворителях (сероуглерод, бензол и др.), причем, по испарении растворителя, остается в неизмененном состоянии. Во всех изделиях каучук, как известно, фигурирует в вулканизированном состоянии, т е. в виде какого то соединения его с серой. Для этого в каучуковую массу, из которой формуются изделия, вводится известное количество серы и затем отформованные изделия «обжигаются», т. е. подвергаются в течение некоторого времени нагреванию при 120—160°C.

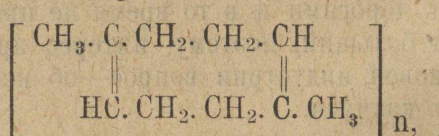
[1]) Здесь разумеются только изделия из мягкой резины, но не эбонита.

Получаемый таким образом вулканизированный каучук обладает совершенно другими свойствами, нежели каучук сырой. В то время, как физические свойства последнего сильно изменяются с переменою температуры, причем он теряет эластичность как при нагревании, так и при охлаждении,— вулканизированный продукт в этом отношении гораздо постояннее и, оставаясь одинаково эластичным в более широких температурных границах, вовсе не имеет способности превращаться в пластическое состояние при указанных температурах (60—100°); при более же сильном нагревании или совершенно отвердевает, переходя в роговую резину или же становится мягким и клейким, очевидно разрушаясь при этом, и дает дегтеобразное вещество мало на что пригодное; в растворителях сырого каучука—вулканизированный не растворяется, в некоторых же органических жидкостях с более высокой точкой кипения—растворяется, но выделенный из раствора дает ту же липкую смолу, которая может быть употреблена в иных случаях разве лишь для замазок и лаков.

Резиновое старье представляет собою исключительно вулканизированный продукт, а потому, по вышесказанному, обычными способами, применяемыми при обработке каучука сырого, не может быть превращено во что либо годное. Задача утилизации резиновых отбросов сводится таким образом к регенерации каучука, т. е. к нахождению способов для извлечения из вулканизированного материала чистого каучука или, по крайней мере, такого каучукового вещества, которое по своим свойствам возможно ближе подходило бы к каучуку натуральному.

Конечно подобная задача, быть может, не представляла бы столь значительных затруднений, как это считается, если бы достоверно были известны те изменения, какие претерпевает каучук при вулканизации. Между тем, несмотря на громадное развитие каучуковой промышленности и многочисленные научные исследования каучука и тех его превращений, какие он испытывает при фабричной обработке,—сущность вулканизации, как и самая природа этого вещества, остаются еще далеко не выясненными. Чистый коллоид по своему характеру, каучук представляет не мало затруднений для его исследования; нередко под влиянием одного и того же воздействия он испытывает и физические и химические изменения, идущие рядом друг с другом; одновременное течение тех и других процессов ведет вообще к явлениям сложным, к неожиданным изменениям вещества во время самого процесса исследования и сильно затрудняет такого рода работу.

В состав каучука входят многие вещества: углеводороды, кислородные соединения, или так. наз. каучуковые смолы, азотистые и красящие вещества; главною же составною частью его, как выяснено работами Weber'a и Harries'a является углеводород—полипрен—$C_{10}H_{16}$; предполагается, что полипрен представляет собою высоко полимеризованный диметил—циклооктадиен следующего строения:



при чем n должно быть очень большим, так как молекулярный вес каучука по Hinrichsen'y и Kindscher'y (Wagner's J. 1909. II. S. 546) равен 3173. Другие авторы приводят цифры еще более высокие.

Отношения каучука к растворителям, а также некоторые другие явления, заставляют далее предположить, что весьма склонный к полимеризации полипрен находится в каучуке одновременно в различных полимерных модификациях; иначе говоря, главною составною частью каучука является смесь углеводородов одного и того же элементарного состава—$C_{10}H_{16}$, но с различными молекулярными весами, т. е. с различными значениями n. Это n или степень полимеризации углеводородов может изменяться под влиянием таких физиче-

ских воздействий на каучук, как теплота, давление, свет, а вместе с тем изменяются и его свойства. При горячей вулканизации, когда каучук нагревается приблизительно до 150°C обычно под давлением,—имеются, следовательно, уже на лицо условия для его изменений, основанных на полимеризации. Однако в этом случае изменения более глубоки, так как известная часть вводимой при вулканизации серы, вступает с углеводородом в химическое соединение. Последнее считается установленным, ибо при обработке вулканизированного каучука всеми известными растворителями серы не удается извлечь ее всю и определенное количество серы, постоянное для данного продукта, остается не извлеченным. Соединение серы с углеводородом происходит без замещения, так как сероводорода при вулканизации не выделяется; вероятно сера присоединяется за счет двойных связей полипрена. Методов для удаления химически связанной серы не имеется.

Свободная сера, всегда находящаяся в мягком вулканизированном каучуке, легко может быть извлечена или спиртовым раствором едкого натра (Henriques), или ацетоном (Weber); при этом вулканит не лишается своих обычных свойств, которые зависят, следовательно, лишь от той серы, которая химически связана с углеводородом. Предел насыщения такой серой каучука, по показанию Weber'a, довольно постоянен и в отдельных случаях составлял: 33,4%, 33,08% и 32,68% от веса каучука. Такое содержание серы в соединении ее с каучуковым углеводородом довольно близко отвечает эмпирической формуле $C_{10}H_{16}S_2$ с 32% S. При таком предельном содержании серы получается твердый вулканизированный каучук; в мягком же вулканите, количество химически связанной серы, обусловливающее его обычные свойства, может быть весьма не велико; так, например, Henriques (Ch. Zeit. 1894 S 701) нашел в трех образцах мягкого вулканизированного каучука с общим содержанием серы: 6,44%, 7,75% и 8,24%—химически-связанной S соответственно: 3,3%, 1,86% и 3,39%. Полагая, на основании приведенных работ Weber'a, что при 32% химически связанной серы углеводороды каучука вполне насыщены ею, приходим к выводу, что для приведенных примеров количество насыщенных серою углеводородов в данных каучуках будет: 10,3%, 5,81% и 10,6%; остальная же часть полипрена находится, следовательно, в свободном состоянии. Взятые примеры имеют среднее значение и сделанный вывод является общим для мягких вулканизированных каучуков, количество связанной серы в которых колеблется от 1 до 4%, соответственно чему и содержание сернистого углеводорода близко к приведенным цифрам, составляя от $^1/_{20}$ до $^1/_{10}$ от общего его количества, находящегося в каучуке.

Таким образом с достаточной степенью достоверности можно принять, что мягкий вулканизированный каучук представляет собою тесную смесь или раствор sui generis осерненного каучукового углеводорода—полипрен-сульфида в том же углеводороде, оставшемся свободным, но измененном вследствие полимеризации; при этом количество свободного углеводорода во много раз превышает количество связанного с серою. Такое допущение указывает путь, по которому нужно итти, чтобы осуществить девулканизацию каучука.

Стремиться к отнятию серы от углеводорода, применяя для этого соответствующие методы к вулканизированному каучуку в целом, очевидно не целесообразно: действие такой реакции было бы, во первых, весьма не сосредоточенным, как направленное на небольшое количество вещества, находящегося в тесной близости с гораздо большей массой другого вещества, постороннего для реакции обессернивания; при молекулярных реакциях такие соотношения являются невыгодными; во вторых, под влиянием воздействий для отнятия серы или ее замещения другими атомами или атомными группами, мог бы пострадать, что действительно и бывает, каучуковый углеводород свободный от серы. Попытки в этом направлении действительного успеха не имели. Поэтому для осуществления регенерации каучука нужно стремиться

не к отнятию серы, а к извлечению осерненного углеводорода, из смеси его с углеводородом свободным. Такое разделение должно быть произведено прежде всего и само по себе привело бы к получению из вулканизированного продукта чистого каучукового углеводорода или его полимера; если же свойства последнего при этом оказались бы допускающими его обработку, подобную обработке каучука натурального, то это и представило бы разрешение вопроса о регенерации каучука. Отнятие же серы от углеводорода, с нею связанного, составит дальнейшую задачу, техническая важность которой, однако, гораздо меньше в связи с меньшим содержанием осерненного углеводорода в вулканизированном каучуке. По той же причине выгоднее при разделении полипрена и его сульфида извлекать последний, а не наоборот; самое же разделение, очевидно, должно быть произведено посредством применения такого реагента, который растворял бы только углеводород связанный с серой, не действуя на остальное.

Именно в этом случае поставленные опыты привели к нахождению того растворителя, который был необходим; применение его дало возможность получить годный для переработки в изделия регенерат и подтвердило правильность выбранного для этого пути. Таким растворителем оказался анилин.

Подобного метода не было найдено среди имеющихся по данному вопросу литературных материалов, по поводу чего уместно провести небольшую справку.

Относящиеся сюда данные в виде мелких отрывочных сообщений рассеяны в патентной и журнальной литературе, общую сводку которых можно найти в статье Alexander'a: «Teorie und Praxis der Regeneration des Kautschuks» в «Chemiker Zeitung»—1910 г.,—которая является наиболее цельной по данному вопросу.—Прежде всего следует отметить, что повсюду в литературе девулканизация вулканизированного каучука, т. е. отнятие от него серы и выделение чистого каучуковаго вещества со всеми свойствами первоначального продукта,—трактуется, как невозможная задача.

Alexander говорит: «нужно считать установленным факт, что обратное получение свободного от серы каучука из вулканизированного продукта представляет неразрешимую задачу. Все методы, при помощи которых возможно замещение серы в серусодержащих органических соединениях другими атомами или атомными группами,—отказываются служить при вулканизированном каучуке» («...muss es als nahezu feststehende Tatsache angesehen werden, dass das Wiedergewinnen von schwefelfreiem Kautschuk aus vulkanisierten Kautschukprodukten ein unlösbares Problem darstellt. Alle Methoden, durch welche bei organischen Schwefelverbindungen ein Ersatz des Schwefels durch andere Atome oder Atomgruppen bewirkt werden kann, versagen beim vulkanisierten Kautschuk...»).[1])

Поэтому под регенерацией здесь не нужно понимать возрождение каучука, наоборот в данной области этому термину придается значение в достаточной степени произвольное. Нередко под «регенератом» разумеются просто на просто достаточно тонко измельченные и переработанные на вальцах резиновые отбросы, которые в таком состоянии вводятся в массу, приготовляемую из натурального каучука, в качестве родственного наполнения. Такие регенераты конечно, ничем не отличаются по составу от тех отбросов, из которых они получены путем измельчения и вальцования, что и было найдено анализами Henriques'a (Ch. Zeit. 1895, S. 485).—В более тесном смысле под регенерацией разумеют переведение вулканизированного каучука в пластическое состояние при одновременном удалении, по возможности, посторонних примесей, каковы волокнистые вещества (если они имеются в перерабатываемом материале) и разного рода наполнения. Для осуществления такой переработки указывается несколько способов, которые излагаются следующим образом:

1) Кислотный способ (Säureverfahren), предложенный Mitchel'ем: измельченные резиновые отбросы, после механической очистки, нагреваются продолжи-

[1]) Alexander. l. citato.

тельное время с умеренно концентрированной серной кислотой или со смесью кислот серной и соляной; волокнистые вещества (большею частью хлопок) при этом разрушаются, сцепление их с каучуком исчезает и они удаляются на промывных вальцах; одновременно достигается некоторая пластичность продукта, которая доводится до надлежащей степени последующей обработкой паром высокого давления.

К полученной пластической массе прибавляется минеральное масло, которое повышает пластичность и предохраняет продукт от «перевулканизации» (Übervulkanisation) при дальнейшей обработке.

2) Щелочной способ (Alkaliverfahren) или способ Marks'a: измельченные (содержащие волокнистые вещества) отбросы нагреваются под давлением до высокой температуры с умеренно концентрированной щелочью; происходит разрушение волокон и достигается пластичность продукта, так что обработка паром (как в кислом способе) не требуется. Щелочной способ имеет преимущество во первых вследствие большей простоты, а во вторых потому, что следы щелочи, остающиеся в каучуке, оказывают на него благоприятное действие, тогда как следы кислот, при одновременном влиянии воздуха и света, обусловливают порчу продукта, так что при кислотном способе все равно необходима обработка щелочью для полного удаления кислоты, чего невозможно достичь только промывкой водой.

Удаление минеральных веществ затруднительно при обоих способах, так как водные растворы с трудом проникают в каучук, минеральные же вещества находятся в очень тонко измельченном состоянии и тесно смешаны с каучуковым веществом.

Следует ли считать приведенные способы универсальными, т. е. пригодными для переработки вулканизированных отбросов любого сорта и состава, или же, напротив, только некоторые сорта вулканита поддаются подобной обработке,—из описания не ясно, но при воспроизведении этих способов и применении их к таким материалам, как серая и красная трубка для светильного газа и резина галош,—не было получено удовлетворительных результатов в смысле достижения той пластичности, о которой говорится в описании. Продолжительное нагревание с растворами кислот и едкого натра различных концентраций в запертом сосуде до 200° С не привело к существенным изменениям взятого материала[1]); сохранив в общем эластичность, он несколько потерял в прочности, оказывал меньшее сопротивление разрыву и мог быть легче измельчен.

Последнее обстоятельство, быть может, и является целью, которую преследуют описанные способы, т. е. при достижении возможности более или менее легкой переработки в заводских условиях на вальцах превратить вулканизированные отбросы в состояние некоторой пластичности (что непосредственно сделать трудно), затереть с минеральным маслом и в таком виде подвергнуть дальнейшей обработке, конечно, совместно с натуральным каучуком.

Возможность перевулканизации указывает, конечно, на то, что вся сера в продукте остается и прибавление минерального масла, разбавляя, так сказать, массу, понижает в ней процентное содержание серы и, тем самым, предохраняет от перевулканизации.

В виду того, что резиновые изделия представляют собою материалы чрезвычайно пестрого состава, возможно с другой стороны, что нагревание со щелочью под давлением известные сорта вулканизированного каучука может непосредственно привести в пластическое состояние и это более всего возможно для тех материалов, которые содержат в своем составе большое количество суррогатов каучука, известных под названием «фактисов»—продуктов, получаемых действием серы на различные растительные масла (сурепное,

[1]) Как уже отмечалось «сухое» нагревание до такой температуры всегда приводит к глубоким изменениям вулканизированного каучука.

клещевинное, хлопчатниковое и др.). Содержание фактисов в некоторых композициях иногда превышает количество самого каучука в два раза, а так как фактисы не стойки по отношению к щелочам, то вышеприведенное заключение может оказаться вполне вероятным. Однако нагревание со щелочью в автоклаве при 7—8 атмосферах не проходит безвредно для каучукового вещества и продукт, получаемый в таких условиях, обладает недостаточной прочностью.

3) Способ растворения (Löseverfahren), как он описывается Alexander'ом, будучи простым в принципе, представляет значительные трудности, частью технического, частью экономического характера. Технические затруднения заключаются в том, что вулканизированный каучук не растворяется в тех растворителях и при тех температурах, как сырой каучук; для растворения нужны более высокие температуры, но растворенный таким образом каучук, при выделении его из раствора получается, обыкновенно, в виде смолы, а в таком виде он не годится для изделий. Однако при употреблении подходящих растворителей и достаточной осторожности («...bei Verwendung geeigneter Lösungsmittel und bei genügender Vorsicht...»)[1]) возможно перевести в раствор вулканизированный каучук при такой температуре, когда не возникает указанных нежелательных явлений, происходящих вследствие деполимеризации. Однако при большем разнообразии в составе различных отбросов, очень трудно всякий раз подобрать эти «подходящие условия», так что этот способ растворения может иметь лишь ограниченное применение. Сущность же его заключается в том, что отбросы продолжительное время, при повышении температуры, нагревают с растворителем, лучше всего с подходящими углеводородами, имеющими не слишком низкую точку кипения («...am besten eignen sich Kohlenwasserstoffe von nicht zu niedrigem Siedepunkt...»); [2]) при этом каучук и органические наполнения переходят в раствор,—минеральные и волокнистые вещества остаются не растворенными; из раствора каучук осаждают ацетоном или спиртом, освобождают его от остатков растворителя и получают таким образом годный для практики продукт. Alexander полагает, что этот способ не может иметь технического значения, вследствие не экономичности, сопряженной с большим расходом растворителя каучука и осаждающего реактива, так как по его мнению, невозможно без значительных потерь отделить друг от друга оба вещества, как это требуется для их нового применения. Кроме того затруднительность способа растворения, как уже указывалось, заключается еще в том, что для разных отбросов приходится всякий раз подбирать соответствующий растворитель.

Работа с различными сортами вулканизированного каучука и применение самых разнообразных растворителей привели к таким результатам: одни из них вовсе не растворяют вулканита, но приводят его в такое состояние, что эластичный до того каучук совершенно теряет свою эластичность и становится настолько не прочным, что легко растирается между пальцами в жирную творожистую массу (бензол, толуол и т. п.); другие растворители (лигроин, бензин), не растворяя вулканита извлекают из него незначительное количество (около 2%) каких то веществ и, наконец, вулканизированный каучук довольно хорошо растворяется при долгом нагревании в тяжелой «Solvent naphta» и скипидаре, а легче всего в тяжелом скипидарном масле уд. в. 0,923, получаемом в последних погонах при очистке и перегонке красного (печного) скипидара. Но выделение каучука из подобных растворов, каким бы способом оно ни производилось, осаждением ли спиртом или ацетоном, или отгонкой растворителя, как непосредственным испарением, так и с водяным паром,—всегда приводило к тому, что каучуковое вещество получалось в виде клейкой полужидкой смолы, которую никаким способом не удавалось превратить во что либо сколько нибудь похожее на каучук. При таком раство-

[1]) D-r Alexander, l. citato.
[2]) D-r Alexander, l. citato.

рении, как в скипидарном масле, переходит в раствор все, т. е. и свободный углеводород и его сернистое производное, причем, очевидно, в этом состоянии растворения возникают новые реакции, которые приводят к глубоким изменениям каучукового вещества. Как можно убедиться из вышеприведенных выдержек статьи Alexander'a,—совершенно не ясно, какие именно растворители применяются в «способе растворения» и какого рода осторожность нужно соблюдать при этом, чтобы получить желательный результат, непосредственные же опыты указывают на то, что из растворов, в которые переходит вулканизированный каучук в целом,—всякий раз каучуковое вещество получается с совершенно измененными свойствами.

Совершенно другие явления происходят при обработке вулканизованного каучука анилином.—Последний, как известно, является хорошим растворителем для очень многих веществ, между прочим он растворяет и серу, на чистый же каучук он в этом смысле вовсе не действует.

При обработке кипящим анилином сырого каучука, он сильно разбухает и получается однородная масса, которая производит впечатление раствора, при охлаждении же каучук выделяется в неизмененном состоянии.—Но не растворяя свободного каучукового углеводорода, анилин, повидимому, способен растворять его сернистое соединение; из такого раствора спирт выделяет осадок, который может быть легко отфильтрован, и, после промывки спиртом и высушивания, представляет собою бурого цвета твердое вещество, содержащее серу и каучук. Это вещество ближе не исследовалось и пока отложено в сторону, так как главное внимание было обращено на то, что оставалось не растворенным и что представляло в конечном счете тот «регенерат», получение которого было поставлено задачей.

Процесс обработки анилином любого сорта вулканизированного каучука (опыты производились с следующими сортами: красная, серая и черная трубка для свитильного газа, резины галош, старые штемпеля, резиновые шланги) всегда протекает следующим образом: каучук разбухает и скоро образуется мутная однородная масса, которая при дальнейшем нагревании становится вполне жидкой; каучук при этом, очевидно, плавится (температура кипения анилина—182° этому вполне отвечает) и равномерно распределяется в анилине, образуя эмульсию, что способствует тесному смешению каучукового вещества с растворителем и облегчает извлечение растворимых веществ; для удаления части минеральных примесей необходимо небольшим понижением температуры прекратить кипение жидкости и предоставить минеральным веществам выпасть в осадок, от которого горячая жидкость отделяется сливанием и отфильтрованная, если нужно, от грубых примесей (волокнистые материалы и проч.) через металлическую сетку—выделяет, при охлаждении до обыкновенной температуры, каучук в виде компактного сгустка, собирающегося внизу, растворитель же становится прозрачным. По мере стояния всего этого в покое каучуковый сгусток постепенно уплотняется и через некоторое время становится настолько плотным, что растворитель с него может быть слит, или отделен при помощи сифона, а самый каучук взят на центрофугу; при сливании отбирается около 70% взятого анилина, центрофугированный же продукт содержит его около 5%, которые уже трудно удалить механическим путем, между тем это необходимо, так как, во первых, оставление в продукте анилина составило бы чистую его потерю, а, во вторых, даже незначительное количество его, остающееся в каучуке, сообщает последнему неприятный запах и маслянистость.

Полное удаление анилина достигается нагреванием регенерата в вакууме при 130—140°С; анилин при этом отгоняется (разрежение должно быть, конечно, соответствующим), каучук же в таких условиях выдерживает указанную температуру без всяких изменений.

В результате всех этих обработок получается очень пластическое каучуковое вещество, которое с течением времени, теряя пластичность, становится

упругим; нагреванием при температуре около 100° (водяная баня) оно может быть вновь переведено в пластическое состояние.—Обычными приемами, без прибавления натурального каучука, получаемый таким образом регенерат, может быть смешан с серой и вулканизирован, давая при этом продукт вполне сходный с обыкновенным вулканизированным каучуком.

Выход регенерата, прежде всего, зависит, конечно, от содержания каучука в тех отбросах, которые были взяты для переработки и которые, как уже упоминалось, являются чрезвычайно разнообразным по составу, при чем иные из них содержат одних лишь минеральных наполнений около 60% (резина галош: золы: 57%). С другой стороны тот же выход должен быть связан с количеством сернистого производного, находящегося в данном материале и чем последнего меньше, тем выход больше.

Отличие регенерата от натурального каучука, с которым он сходен по способам переработки для превращения в вулканизированный продукт, заключается в следующем: прежде всего регенерат всегда содержит известное количество минеральных веществ, полное удаление которых, с одной стороны, весьма затруднительно, а с другой едва ли необходимо, ибо приготовление массы для изделий из какого угодно каучука почти всегда сопровождается прибавлением известных минеральных веществ, что делается не только для удешевления изделий, но так же для сообщения вулканиту той или другой степени жесткости; поэтому стремиться к удалению из регенерата, предназначаемого, конечно, для вулканизированных изделий, тех, равномерно в нем распределенных, минеральных примесей, которыя в дальнейшем все равно пришлось бы вводить не без хлопот,—представляется очевидно бессмысленным, а не целесообразным. Далее регенерат не растворяется в бензоле и нефтяном бензине и имеет большую наклонность к переходу в пластическое состояние, нежели натуральный каучук, по крайне мере в первое время. Все это говорит за то, что углеводород регенерированного каучука, получаемого из вулканизированнго продукта, является, вероятно, полимером углеводорода натурального каучука, т. е. выделяется в том состоянии, в какое он пришел во время процесса вулканизации, полимерные изменения при котором считаются более чем вероятными.

Способ регенерации каучука при помощи анилина может быть применен с одинаковым успехом ко всевозможным сортом вулканизированного каучука; различие заключается лишь в том, что смеси с малым количеством каучука и с большим содержанием посторонних примесей требуют, обыкновенно, более продолжительной обработки анилином, нежели сорта вулканита с меньшим количеством всякого рода наполнений.—Кроме общеприменимости, этот метод, перед описываемыми в литературе способами растворения, не вполне ясными, имеет еще то преимущество, что применение его, как видно, не сопровождается растворением каучука в целом, а потому не требует осаждающих реактивов, что ведет к большей простоте и экономичности.

Последнее зависит только от потерь анилина, которые, при надлежаще сконструированных аппаратах и правильном ведении процесса, должны быть незначительны. При экстрагировании жиров таким летучим растворителем, как сероуглерод (t кип. = 46°C), потери его, как известно, составляют не более 0,5% по отношению к весу добытого жира; для анилина же с темпер. кипения 182°C потери, конечно, не могут быть больше; поэтому, хотя, анилин—продукт, сравнительно не дешевый, но, при ничтожных потерях, применение его для регенерации дорогого каучука, едвали может оказаться не экономичным.

Впрочем на основании одних только лабораторных данных нельзя сделать окончательный вывод относительно общей пригодности этого способа; в особенности трудно сделать оценку прочности изделий из регенерата, так как для получения надлежащих результатов необходима весьма тщательная переработка каучуковой массы, что выполняется на заводе при помощи вальцо-

вых машин; это необходимо для получения полной однородности смеси, от чего зависит и прочность. В лабораторных условиях такой переработки осуществить, конечно, невозможно.

Ход процесса регенерации каучука при помощи анилина наглядно представлен на прилагаемой схеме.

От резиновых отбросов к регенерированному каучуку.

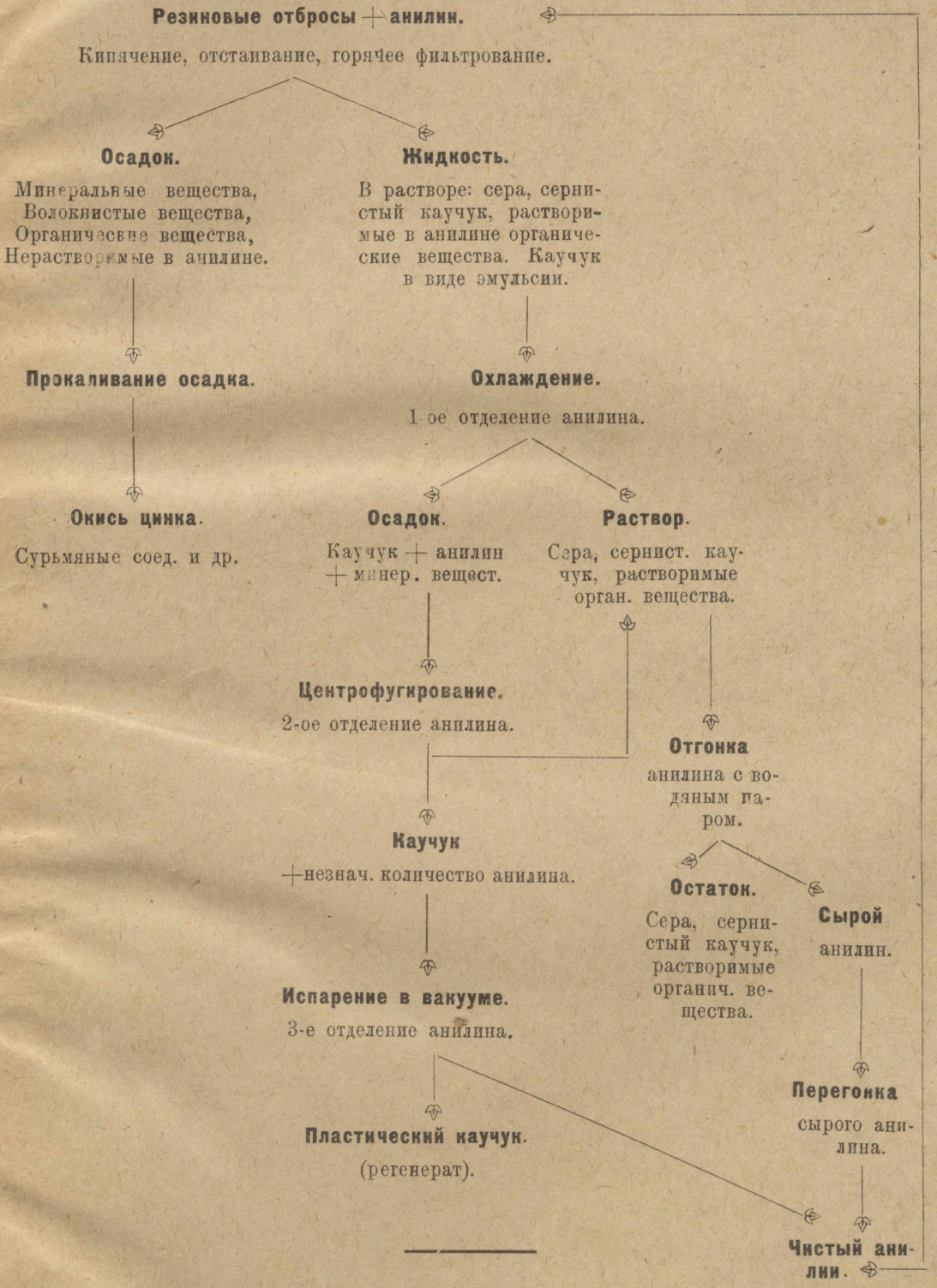



СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ.