

А. А. Калужскій.

КЪ ВОПРОСУ

О ПОЛУЧЕНИИ СЪРНОКИСЛАГО АММОНИЯ

ИЗЪ КЛОАЧНЫХЪ МАССЪ.

Съ 8 діаграммами и 2 рисунками въ текстѣ.

(Отдѣльные оттиски изъ IX Отчета Лабораторіи Частнаго Земледѣлія)



МОСКВА.

Типо-литографія В. Рихтеръ, Тверская, Мамоновскій пер., собственный домъ.

1914 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Введение	1
Глава I. Клоачная масса, служившая для изслѣдованія; потери азота при храненіи ея	4
Содержаніе N и NH_3 въ клоачной массѣ, служившей для изслѣдованія (4—5); содержаніе этихъ веществъ въ клоачныхъ массахъ, поступающихъ на свалки г. Москвы (5—7); распредѣленіе амміачнаго N между летучими и нелетучими солями аммонія въ клоачной массѣ, служившей для изслѣдованія (8—9); примѣрная схема распредѣленія азота между жидкой частью клоачной массы и осадкомъ (9—11); потери N при храненіи клоачной массы при доступѣ воздуха (12—15) и безъ доступа воздуха (15—17); выводы (17—18).	
Глава II. Количество азота, которое оказалось возможнымъ выдѣлить въ формѣ NH_3 изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, при обработкѣ ея известью; количества CaO необходимыя для этого	19
Количество N, извлекаемое изъ клоачной массы при суммарномъ выдѣленіи NH_3 (19—22); доля участія N „летучаго“ и „связаннаго“ NH_3 и также органическаго N въ общей суммѣ азота извлекаемаго изъ клоачной массы известью (22); количество N, извлекаемое при послѣдовательномъ выдѣленіи амміака (23—24); возможный выходъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія (24); вліяніе на выходы амміака способа нагреванія клоачной массы (кипяченіе и пропусканіе пара) (24—25); вліяніе на количество выдѣляемаго амміака NaCl (25—26); перегонка клоачной массы съ CaCO_3 и NaOH (26); количество CaO необходимое для извлеченія максимумна NH_3 при суммарномъ выдѣленіи его (26—30); потребность въ CaO при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 (30—33); выводы (33—34).	
Глава III. Скорость выдѣленія амміака изъ клоачной массы	35
Общая схема относящихся сюда опытовъ (35); описаніе способа дробнаго учета NH_3 при перегонкахъ съ кипяченіемъ клоачной массы (35—37); скорость и ходъ процесса выдѣленія NH_3 при одновременномъ (суммарномъ) извлеченіи его, при выдѣленіи суммы N нелетучихъ солей аммонія и N отщепляемаго въ формѣ NH_3 отъ органическихъ соединений, а также при выдѣленіи одного „летучаго“ NH_3 (37—42); производство дробнаго учета NH_3 при опытахъ съ нагреваніемъ клоачной массы путемъ пропусканія черезъ весъ пара (42); общія указанія относительно этихъ опытовъ (43—44); количества NH_3 , извлеченнаго изъ клоачной массы при суммарномъ и послѣдовательномъ выдѣленіи его (44—48); скорость и ходъ процесса выдѣленія NH_3 при опытахъ съ нагреваніемъ клоачной массы путемъ пропусканія черезъ нее пара (48—51); вопросъ о времени необходимомъ для извлеченія NH_3 изъ клоачной массы при суммарномъ и послѣдовательномъ выдѣленіи его (51—54); скорость и ходъ процесса выдѣленія NH_3 при кипяченіи клоачной массы съ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ въ колбѣ съ обратнымъ холодильникомъ (54—59); выводы (59—60).	

Глава IV. Лабораторные опыты получения сѣрниоокислаго аммонія въ клоачной массы, служившей для изслѣдованія	61
Описаніе аппарата, на которомъ производилась обработка клоачной массы (61—63); общій ходъ процесса при этихъ перегонкахъ (63—67); результаты, полученные при перегонкахъ I-й пробы клоачной массы (67—71); общая схема опытовъ и полученные результаты при перегонкахъ II-й пробы клоачной массы (71—74); вопросъ о времени необходимомъ для выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы (74—75); выходы сѣрниоокислаго аммонія изъ единицы объема клоачной массы (75—78); результаты анализовъ полученныхъ образцовъ сѣрниоокислаго аммонія (78—82); выводы (82).	
Глава V. Пудреты, полученные изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія.	83
Пудретъ, приготовленный путемъ простаго отстаиванія клоачной массы (83); количество его и составъ (83—84); пудреты, исходнымъ матеріаломъ для которыхъ служила клоачная масса, оставшаяся по окончаніи перегонки въ перегонной колбѣ (84—85); количества этихъ пудретовъ и составъ ихъ (85—89); выводы (89).	
Заключеніе	90
Экономическая сторона вопроса о полученіи сѣрниоокислаго аммонія изъ клоачныхъ массъ съ тѣмъ содержаніемъ азота, какое заключалось въ клоачной жидкости, служившей для данныхъ изслѣдованій (90—93).	
Аналитическія приложенія	94

Къ вопросу о полученіи сѣрноокислаго аммонія изъ клоачныхъ массъ.

А. А. Калужскій.

A. Kalushsky. Zur Frage über die Verarbeitung der menschlichen Auswürfe auf schwefelsaures Ammoniak.

ВВЕДЕНІЕ.

Приступая, по порученію Департамента Земледѣлія, къ работамъ «по изслѣдованію производства сѣрноокислаго аммонія и различныхъ пудретовъ», я остановился прежде всего на вопросѣ о полученіи сѣрноокислаго аммонія изъ клоачныхъ массъ, утилизація которыхъ имѣетъ, не говоря уже о санитарной сторонѣ даннаго вопроса, громадное значеніе для сельскаго хозяйства, такъ какъ даетъ возможность хотя-бы частично возвращать почвѣ и вновь предоставлять въ распоряженіе растений тотъ азотъ, который уже былъ, тѣмъ или инымъ путемъ, отвоєванъ растеніями у природы.

Утилизация клоачныхъ массъ можетъ дать громадныя количества сѣрноокислаго аммонія. Чтобы составить представленіе о размѣрахъ этого источника азота, достаточно указать, что количество азота, заключающееся въ изверженіяхъ выбрасываемыхъ ежегодно населеніемъ одной только Европейской Россіи, составляетъ около 25.000.000 пуд., которые могутъ дать свынне 100.000.000 пуд. сѣрноокислаго аммонія на сумму превыняющую $\frac{1}{4}$ миллиарда рублей.

Изъ числа различныхъ пріемовъ, предложенныхъ для полученія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачныхъ массъ, отличались наибольшей жизненностью и нанли довольно широкое примѣненіе на практикѣ способы, заключающіеся въ обработкѣ клоачныхъ массъ известью. Относящіяся сюда способы можно разбить на двѣ группы: въ одну изъ этихъ группъ можно отнести способы, при которыхъ обработкѣ известью съ цѣлью извлеченія NH_3 подвергается вся клоачная масса цѣлкомъ (le tout-venant) безъ предварительнаго выдѣленія изъ нея взвѣшенныхъ веществъ; вторую группу составляютъ способы, требующіе предварительнаго выдѣленія взвѣшенныхъ веществъ, которое производится или простымъ отстаиваніемъ клоачной массы (самый примитивный способъ) или-же путемъ прибавленія къ ней химическихъ реактивовъ; въ этомъ случаѣ дальнѣйшей обработкѣ въ цѣляхъ полученія NH_3 подвергается только жидкость, получающаяся послѣ выдѣленія осадка (l'eau vaine).

Способы, входящіе въ первую группу, имѣють, на мой взглядъ, нѣкоторыя преимущества передъ остальными. Дѣло въ томъ, что при выдѣленіи взвѣшенныхъ веществъ, путемъ-ли простого отстаиванія или путемъ прибавленія химическихъ реактивовъ, получается очень объемистый осадокъ, содержащій всего лишь около 10—11% сухого вещества и, слѣдовательно, съ удаленіемъ этого осадка будетъ удаляться и значительное количество жидкой части клоачной массы, а вмѣстѣ съ нею и значительное количество NH_3 , заключающагося въ ней въ формѣ растворимыхъ солей аммонія. По даннымъ *Vogel'*я ¹⁾ въ этотъ осадокъ переходитъ примѣрно $\frac{1}{7}$ часть всего заключающагося въ клоачной массѣ амміака. Только въ томъ случаѣ, когда пропускать этотъ осадокъ черезъ фильтръ-прессъ, можно значительную часть заключающейся въ немъ клоачной жидкости извлечь изъ него и использовать въ цѣляхъ получения $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; но приготовленіе пудретовъ путемъ пропуска осадка черезъ фильтръ-прессъ является операціей далеко не всегда экономически выгодной и поэтому во многихъ случаяхъ (при обработкѣ клоачныхъ массъ съ небольшимъ содержаніемъ N) при выдѣленіи осадка до обработки клоачныхъ массъ известью будетъ теряться значительная доля NH_3 , которая могла-бы пойти на образованіе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, и, слѣдовательно, выходы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ единицы объема клоачной массы могутъ быть при этихъ способахъ меньше, чѣмъ если-бы подвергалась обработкѣ вся клоачная масса цѣликомъ. Кромѣ того, при обработкѣ известью (при нагрѣваніи) всей клоачной массы, не только жидкая часть, но и осадокъ будутъ получаться почти стерильными и, слѣдовательно, пудреты, если-бы приготовленіе ихъ оказалось выгоднымъ, не могли-бы уже служить источникомъ распространенія заразы, что, конечно, можетъ имѣть мѣсто въ случаѣ приготовленія ихъ изъ осадка не подвергавшагося дѣйствию извести и высокой температуры. Такъ что первая группа способовъ обработки клоачныхъ массъ имѣетъ преимущество и съ санитарной точки зрѣнія.

Въ виду изложеннаго я и намѣтилъ въ первую очередь произвести опыты полученія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачной массы, подвергая ее обработкѣ всю цѣликомъ, безъ предварительнаго выдѣленія изъ нея осадка, т. е. примѣнительно къ тѣмъ способамъ, которые отнесены мною къ первой группѣ.

Процессъ полученія сѣрнокислаго аммонія складывается собственно изъ двухъ одновременно совершающихся, процессовъ,—изъ процесса выдѣленія (извлеченія) NH_3 изъ клоачной массы или какого-либо другого исходнаго матеріала, подвергающагося обработкѣ, и связыванія выдѣляющагося амміака сѣрною кислотою. Ближайшей задачей настоящаго изслѣдованія было выясненіе ряда вопросовъ, связанныхъ съ первымъ изъ числа указанныхъ процессовъ,—процессомъ извлеченія NH_3 изъ клоачныхъ массъ.

¹⁾ *Vogel*. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, Berlin 1896, стр. 422.

Я не буду здѣсь подробно перечислять тѣ вопросы, которые были затронуты при данной работѣ,—они будутъ разсмотрѣны въ дальнѣйшемъ изложеніи,—а укажу только, что они концентрировались около трехъ основныхъ пунктовъ: количество NH_3 или, что то-же, количество $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, которое можно, примѣняя указанные выше способы обработки, получить изъ клоачной жидкости по содержанію азота аналогичной съ тѣми клоачными массами, которыя поступаютъ на свалки г. Москвы, и, слѣдовательно, обладающей въ этомъ отношеніи извѣстной типичностью; количество извести необходимое для выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы даннаго состава, и третій вопросъ,—скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы. Словомъ, цѣлью предпринятыхъ опытовъ было полученіе данныхъ, на основаніи которыхъ можно было-бы подойти къ рѣшенію вопроса о размѣрахъ возможнаго средняго выхода сѣрнокислаго аммонія изъ клоачныхъ массъ даннаго состава, а вмѣстѣ съ тѣмъ и къ рѣшенію экономической стороны этого вопроса, насколько, конечно, вообще возможно судить объ этомъ на основаніи опытовъ, вышолненныхъ въ лабораторной обстановкѣ.

Кромѣ того, были сдѣланы опыты полученія пудретовъ изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, но опыты эти носили, до извѣстной степени, случайный характеръ, выполнялись попутно при другихъ опытахъ, и служили только для предварительнаго ознакомленія съ даннымъ вопросомъ.

Въ заключеніе долженъ отмѣтить, что предпринятое изслѣдованіе является далеко не законченнымъ и настоящая работа представляетъ собою отчетъ только о первыхъ шагахъ, сдѣланныхъ къ разрѣшенію поставленной задачи.

ГЛАВА I.

Клоачная масса, служившая для изслѣдованія; потери азота при храненіи ея.

Въ качествѣ исходнаго матеріала для настоящихъ изслѣдованій служила клоачная жидкость одной изъ выгребныхъ ямъ, расположенныхъ на усадьбѣ Московскаго Сельскохозяйственнаго Института. По количеству N, имѣющаго рѣшающее значеніе въ вопросѣ объ экономической выгодности использования нечистотъ въ цѣляхъ полученія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, жидкость эта близко подходила къ тѣмъ клоачнымъ массамъ, которыя поступаютъ на свалки г. Москвы, и, слѣдовательно, благодаря своей типичности въ этомъ отношеніи, являлась вполне подходящимъ объектомъ для данныхъ изслѣдованій.

Прежде чѣмъ перейти къ разсмотрѣнію количества N и формъ его, заключающимся въ этой жидкости, необходимо отмѣтить крайнюю трудность, граничащую съ невозможностью, получить дѣйствительно среднюю, по своимъ качествамъ, пробу клоачной жидкости. Трудность эта, не говоря уже о химико-біологическихъ процессахъ, совершающихся въ ней и протекающихъ съ большой быстротой¹⁾, обусловливается присутствіемъ въ ней большого количества взвѣшенныхъ веществъ, состоящихъ изъ частицъ весьма различной величины и неоднороднаго состава. При самомъ тщательномъ взбалтываніи и перемѣшиваніи жидкости все-же остается нѣкоторая неоднородность различныхъ слоевъ ея, благодаря быстрому осѣданію болѣе крупныхъ, изъ числа заключающихся въ ней, твердыхъ частичекъ. Неоднородность пробъ сказывается и при анализахъ, выражаясь въ довольно большихъ расхожденіяхъ параллельныхъ опредѣленій, сказывается и при взятіи большихъ объемовъ жидкости изъ самой выгребной ямы; содержаніе N въ отдѣльныхъ порціяхъ жидкости, разлитой по бутылкамъ, въ которыя проба одновременно набиралась, также не отличалось большимъ постоянствомъ. Помимо этого составъ клоачной массы подверженъ сильнымъ измѣненіемъ и во времени.

Все это вмѣстѣ взятое требуетъ примѣненія извѣстнаго, опредѣленнаго масштаба при оцѣнкѣ цифрового матеріала, получающагося при производствѣ опытовъ съ клоачной жидкостью.

¹⁾ Последнее сказывается при фильтрованіи клоачныхъ массъ.

Переходя теперь къ описанію состава жидкости служившей для изслѣдовапія, прежде всего долженъ отмѣтить, что двѣ разновременно взятія пробы ея показали довольно сильное расхожденіе въ содержаніи N,—проба I-я, взятая лѣтомъ (въ началѣ іюля) содержала въ среднемъ 2,475 gr. N въ 1 L.; вторая проба, взятая поздней осенью (въ октябрѣ мѣсяцѣ),—2,958 gr., т. е. была богаче азотомъ на 19,27%. Кромѣ того, она отличалась отъ первой значительно бѣльшимъ содержаніемъ взвѣшенныхъ веществъ. Отдѣльныя опредѣленія N въ предѣлахъ той и другой пробы также давали нѣкоторыя отклоненія отъ средней, но отклоненія эти, принимая во вниманіе трудность взятія вполне однородныхъ образцовъ, нельзя считать большими. Въ первой пробѣ minimum N—2,438 gr. на 1 L., maximum—2,512 gr.; разность составляетъ всего лишь 0,074 gr. на 1 L. Вторая проба была значительно однороднѣе первой,—два образца этой пробы, взятые изъ различныхъ бутылей, въ которыхъ находилась эта проба, дали очень близкія между собою величины: въ одномъ случаѣ 2,958 gr. N на 1 L., въ другомъ—2,945 gr. Если взять среднюю арифметическую для обѣихъ пробъ (лѣтней и осенней), то количество N на 1 L. составивъ 2,714 gr.

Содержаніе NH₃ въ отдѣльныхъ пробахъ жидкости измѣнялось въ общемъ параллельно съ колебаніями общаго количества N. Въ первой пробѣ среднее количество амміачнаго N составляетъ 1,745 ³⁾ gr. на 1 L., во второй—2,110 ⁴⁾ gr.; разность равна 0,365 gr. на 1 L. или 20,92% по отношенію къ количеству амміачнаго N въ первой пробѣ, т. е. почти совпадаетъ съ процентнымъ увеличеніемъ общаго количества азота (19,27%). Но не смотря на такія колебанія абсолютныхъ количествъ NH₃, процентное отношеніе амміачнаго N къ общему количеству N сохраняется довольно постояннымъ. Въ среднемъ азотъ NH₃ составляетъ 70,99% отъ общаго количества N, при колебаніи отъ 70,34% до 72,46%; только при одномъ опредѣленіи въ первой пробѣ наблюдалось болѣе рѣзкое отклоненіе,—амміачный N составилъ лишь 67,31%.

Итакъ, среднее содержаніе N въ изслѣдуемой жидкости составляетъ 2,714 gr. на 1 L., при чемъ для первой пробы соответствующая величина равна 2,475 ⁵⁾ gr., для второй—2,952 ⁶⁾ gr. Амміачный N составляетъ въ среднемъ 70,99% отъ общаго количества N при незначительныхъ колебаніяхъ въ ту и другую сторону.

Чтобы сравнить содержаніе N въ этой жидкости съ содержаніемъ его въ клоачныхъ массахъ, поступающихъ на свалки, приведу резуль-

³⁾ Среднее изъ 4-хъ парныхъ опредѣленій; см. „Аналитическія приложенія“ анализы 21, 23, 25 и 27.

⁴⁾ Среднее изъ 3-хъ парныхъ опредѣленій; см. „Аналитическія приложенія“ анализы 29, 30 и 33.

⁵⁾ Среднее изъ 4-хъ парныхъ опредѣленій; см. „Аналитическія приложенія“ анализы 1, 3, 4 и 6.

⁶⁾ Среднее изъ 2-хъ парныхъ опредѣленій; см. „Аналитическія приложенія“ анализы 8 и 9.

таты произведенных мною анализов⁷⁾ трех образцов нечистотъ, взятыхъ съ одной изъ московскихъ свалокъ, а именно нечистотъ ватеръ-клозетныхъ, нечистотъ, наливаемыхъ изъ выгребовъ черпаками, и нечистотъ изъ бассейна, въ который сливаются нечистоты всѣхъ категорій. Содержаніе N въ этихъ образцахъ, въ зависимости отъ прохожденія жидкости, колебалось отъ 1,916 гр. до 3,749 гр. на 1 литръ. Наибольшее количество N заключается во второй изъ числа указанныхъ жидкостей, затѣмъ слѣдуютъ нечистоты ватеръ-клозетныя и послѣднее мѣсто по содержанію N занимаетъ жидкость изъ бассейна. Въ абсолютныхъ числахъ количества амміачнаго и органическаго N варьируютъ слѣдующимъ образомъ:

Формы азота	Нечистоты изъ ватеръ-клозетовъ.	Нечистоты изъ выгребовъ.	Нечистоты изъ бассейна.
	I.	II.	III.
Общее количество (N) . . .	2,513 гр.	3,749 гр.	1,916 гр. на 1 L.
Азотъ амміачный (N) . . .	2,229 "	3,097 "	1,676 " - "
органическій (N) . . .	0,284 "	0,652 "	0,240 " " "

Изъ общаго количества N, заключающагося въ жидкостяхъ, на долю амміачнаго приходится въ среднемъ 86,26% при колебаніи отъ 82,61% до 88,70%. Болѣе подробныя данныя, относящіяся къ составу этихъ трехъ жидкостей, а также и жидкости служившей для настоящихъ изслѣдованій, приведены въ таблицѣ 1-ой.

Приведенный цифровой матеріалъ показываетъ, что жидкость, служившая для изслѣдованій, занимаетъ, по содержанію N и NH₃, нѣкоторое среднее положеніе по сравненію съ тремя проанализированными образцами клоачныхъ массъ, поступающихъ на свалки, приближаясь по содержанію N къ первой изъ нихъ, т. е. къ нечистотамъ ватеръ-клозетнымъ, а по количеству NH₃ къ нечистотамъ изъ бассейна,—нечистотамъ наиболѣе бѣднымъ N. Это обстоятельство дѣлаетъ ее, какъ уже было отмѣчено раньше, вполне подходящимъ матеріаломъ для данныхъ опытныхъ изслѣдованій, такъ какъ служитъ нѣкоторой гарантіей въ томъ, что выводы, которые можно будетъ сдѣлать на основаніи лабораторныхъ опытовъ съ нею, относительно выходовъ (NH₄)₂SO₄, не будутъ уклоняться въ сторону преувеличеній, а будутъ скорѣе нѣсколько пониженными.

Съ другой стороны въ литературѣ имѣются указанія, что жидкости съ подобнымъ содержаніемъ N являются матеріаломъ вполне пригоднымъ для веденія экономически выгоднаго производства изъ нихъ

⁷⁾ Эти анализы были сдѣланы мною нѣсколько лѣтъ тому-назадъ въ лабораторіи проф. В. Р. Вильямса.

сѣрноокислаго аммонія. Такъ *L. Ketjen* ⁸⁾ приводитъ случай полученія сѣрноокислаго аммонія изъ клоачной массы, содержавшей въ среднемъ 2,681 gr. N въ 1 L. По даннымъ *Vogel*'я ⁹⁾ въ Амстердамѣ получали $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачной жидкости, въ которой количество амміачнаго N падало въ нѣкоторыхъ случаяхъ до 1,658 gr. на 1 литръ и даже ниже.

Послѣ этихъ сопоставленій возвращаюсь вновь къ составу клоачной массы, служившей для изслѣдованій, и прежде всего остановлюсь нѣсколько подробнѣе на распредѣленіи заключающагося въ ней азота.

Изъ числа различныхъ формъ N, заключающихся въ клоачныхъ массахъ, наиболѣе легко поддается утилизаціи азотъ амміачный, который образуетъ въ ней двѣ группы соединений. Въ одну изъ этихъ группъ входятъ соли аммонія, амміакъ которыхъ можетъ быть выдѣленъ изъ клоачной жидкости простымъ кипяченіемъ ея; это такъ называемый «летучій» NH_3 («*volatil*», «*flüchtiges Ammoniak*»). Главнѣйшимъ представителемъ этой группы является $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ —продуктъ гидролиза (амміачнаго броженія) мочевины,— $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; изъ числа летучихъ соединений аммонія обычно присутствуетъ также NH_4HS . Вторую группу амміачныхъ соединений составляютъ соли не улетучивающіяся при кипяченіи,— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , NH_4MgPO_4 ¹⁰⁾ и др. Эта группа образуетъ «связанный» NH_3 («*fixe*», «*gebundenes Ammoniak*» «*fixes Ammoniak*»). Для выдѣленія NH_3 изъ послѣднихъ соединений необходима обработка жидкости щелочами. Понятно, что въ цѣляхъ полученія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ наиболѣе желательной группой является первая, такъ какъ въ этомъ случаѣ извлеченіе N связано съ меньшими затратами,—отпадаетъ совсѣмъ или въ значительной степени можетъ быть уменьшенъ расходъ на известь (CaO).

Въ изслѣдованной жидкости соотношеніе между «летучимъ» NH_3 и «связаннымъ» было не одинаково,—во второй пробѣ, болѣе богатой N и общимъ количествомъ NH_3 , на долю «летучаго» NH_3 приходилось болѣе $\frac{2}{3}$ общаго количества амміачнаго N; въ этой пробѣ N «летучаго» NH_3 составлялъ въ среднемъ 1,445 gr. ¹¹⁾ N на 1 L. или 68,48% отъ общаго количества амміачнаго азота (2,110 gr. на 1 L). Въ первой пробѣ амміачный N распредѣлялся почти поровну между «летучимъ» и «связаннымъ» NH_3 ; преобладаніе перваго было въ среднемъ очень незначительно,—55,88% составлялъ N «летучаго» NH_3 и 44,12% азотъ «связаннаго». Въ отдѣльныхъ порціяхъ этой пробы абсолютныя количества «летучаго» NH_3 были довольно близки между собою, но по отношенію къ общему количеству NH_3 , содержаніе котораго какъ и содержаніе общаго количества N было не одинаково въ различныхъ частяхъ пробы, различія проявлялись болѣе рѣзко. Такъ при анализахъ, произведен-

⁸⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1891, стр. 294.

⁹⁾ *Vogel*, Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe. Berlin, 1896, стр. 428

¹⁰⁾ *Vincent*, Industrie des produits ammoniacaux, Paris, 1884, стр. 8.

¹¹⁾ Среднее изъ 5 опредѣленій; см. „Аналит. приложенія“ анализы 81, 82, 83, 84 и 85.

ныхъ вскорѣ послѣ взятія пробы, было найдено въ 1 л. жидкости 1,729 гр. амміачнаго NH_3 , изъ числа которыхъ на «летучій» NH_3 приходилось 1,025 гр., т. е. азотъ этой послѣдней формы NH_3 составлялъ 59,28%. При другихъ опредѣленіяхъ, сдѣланныхъ мѣсяца на два позже и относящихся къ порціямъ той-же пробы, но взятымъ изъ другихъ бутылей, азотъ «летучаго» NH_3 составлялъ въ среднемъ изъ 6 опредѣленій 0,948 гр.¹²⁾ на 1 л., при общемъ количествѣ амміачнаго N равнымъ 1,806 гр. на 1 л. Здѣсь уже на долю азота «летучаго» NH_3 приходится всего лишь 52,49%, противъ прежнихъ 59,28%; разница довольно значительная, хотя, повторяю, абсолютныя числа близки между собою,—1,025 гр. и 0,948 гр. Возможно, конечно, эти различія въ соотношеніяхъ между «летучимъ» и «связаннымъ» NH_3 приписать и тѣмъ измѣненіямъ, которыя произошли въ клоачной массѣ при ея храненіи.—эти двѣ группы анализовъ раздѣляются примѣрно двух-мѣсячнымъ промежуткомъ времени. Для большей наглядности свожу произведенный сейчасъ цифровой матеріалъ въ слѣдующую таблицку:

	Проба I я.			Проба II-я.	Среднее для I и II пробы.
N „летучаго“ NH_3	1-е опред.	59,28%	} 55,88%	68,48%	62,18%
	2-е „	52,49 „			
N „связаннаго“ NH_3	1-е „	40,72 „	} 44,12 „	31,52 „	37,82 „
	2-е „	47,51 „			

Чтобы составить себѣ представленіе о примѣрной схемѣ распределенія перечисленныхъ выше формъ N въ изслѣдованой клоачной массѣ, т. е. респредѣленіе ихъ между жидкой частью массы и взвѣшенными въ ней твердыми частицами, мною были сдѣланы, во второй пробѣ жидкости, опредѣленія общаго количества N, NH_3 и «летучаго» NH_3 какъ въ неизмѣненной, нефильтрованной жидкости, такъ и въ части жидкости профильтрованной. По разности между соответственными величинами, приведенными къ одной единицѣ объема (1 литръ), вычислены количества указанныхъ формъ N приходящіяся на долю взвѣшенныхъ веществъ осадка. Конечно, такое опредѣленіе грѣшитъ нѣкоторой неточностью; вычисленные количества N въ осадкѣ получатся нѣсколько пониженными, такъ какъ въ 1 литрѣ клоачной массы на долю жидкости приходится не 1000 к. с., а меньшій объемъ и, слѣдовательно, нужно было-бы вычитать изъ количествъ N, содержащихся въ 1 литрѣ нефильтрованной жидкости, количества, найденныя для профильтрованной жидкости и отнесенныя къ объему равному 1 литру минусъ объемъ взвѣшенныхъ веществъ, заключавшихся въ 1 литрѣ клоачной массы. Но если и ввести въ вычисленіе указанную поправку, но все-же найденныя величины нужно будетъ разсматривать какъ при-

¹²⁾ См. „Аналит. прилож.“ анализы 74, 76, 77, 78, 79 и 80.

мѣрныя, такъ какъ при самомъ опредѣленіи количествъ N въ профильтрованной жидкости возможно предполагать наличность другой ошибки, вліяющей на количества N вычисленныя для осадка въ обратномъ направленіи, т. е. въ сторону увеличенія ихъ. Дѣло въ томъ, что клоачныя жидкости фильтруются очень плохо; бумажные фильтры для этой цѣли не пригодны, приходится примѣнять фильтровальныя свѣчи, вести фильтрацію при уменьшенномъ давленіи, при чемъ самая фильтрація идетъ крайне медленно. Такъ при фильтрованіи предварительно декантированной клоачной жидкости черезъ фильтры (свѣчи) *Berkefeld'a* изъ инфузورной земли, т. е. черезъ фильтры сравнительно легко проницаемые, при частой очисткѣ поверхности ихъ во время фильтраціи¹³⁾, было получено за двое сутокъ фильтрованія всего лишь 250 куб. с. фильтрата. При такой медленности фильтраціи, ведущейся съ отсасываніемъ, вполнѣ возможны, конечно, потери N летучихъ соединений и слѣдовательно можно предполагать, что найденныя анализомъ количества его въ фильтрованной жидкости являются ниже действительныхъ. Кромѣ того, за время фильтраціи могутъ происходить въ жидкости различныя измѣненія самыхъ формъ азота. Словомъ такая медленная фильтрація является, несомнѣнно, факторомъ, могущимъ внести цѣлый рядъ, трудно поддающихся количественному учету, измѣненій въ фильтруемой клоачной массѣ и служить причиной ошибокъ въ опредѣленіяхъ. Поэтому, допуская возможность ошибокъ, являющихся результатомъ самаго процесса фильтраціи, я и примѣнялъ такой упрощенный способъ вычисленія количествъ азота приходящагося на долю осадка, оговариваясь при этомъ, что приводимыя ниже данныя относительно распредѣленія формъ N нужно разсматривать только какъ примѣрную схему.

Въ абсолютныхъ числахъ, полученныхъ путемъ анализа и соответственныхъ вычисленій, количества N распредѣляются (во II-ой пробѣ) между жидкостью и осадкомъ слѣдующимъ образомъ:

Формы азота.	Количества N въ гр. на 1 L.		
	Въ нефил- трованной клоачной массѣ	Въ жидкой части клоач- ной массы.	Въ осадкѣ.
Общее количество N	2,952 ¹⁴⁾	2,006 ¹⁵⁾	0,946
N аммоні- иал. } Общее количество	2,110 ¹⁶⁾	1,813 ¹⁷⁾	0,297
„связаннаго“ NН ₃	0,605	0,523	0,142
Органический N	0,842	0,193	0,649

¹³⁾ Для этой цѣли удобны обыкновенныя зубныя щетки (возможно жесткія).

¹⁴⁾ Среднее изъ анализовъ 8 и 9.

¹⁵⁾ Анализъ II.

¹⁶⁾ Среднее изъ анализовъ 29, 30 и 33.

¹⁷⁾ Анализъ 32.

¹⁸⁾ Среднее изъ анализовъ 81, 82, 83, 84 и 85.

¹⁹⁾ Анализъ 86.

Данныя эти показываютъ, что около $\frac{2}{3}$ всего N или точнѣе 67,95% приходится на долю жидкой части клоачной массы, а въ осадкѣ содержится только 32,05% отъ общаго количества N. Преобладающая часть амміачнаго азота какъ «летучаго», такъ и «связаннаго» заключается въ жидкости, а именно изъ общаго количества N «летучаго» амміака въ жидкости 89,27%, въ осадкѣ—10,73%; соответствующія числа для «связаннаго» NH_3 будутъ,—78,65% и 21,35%, т. е. вдвое ббльшая часть N этой формы NH_3 , по сравненію съ «летучимъ» амміакомъ, приходится на долю осадка: изъ общаго количества N «летучаго» NH_3 въ осадкѣ только $\frac{1}{10}$ часть, а здѣсь $\frac{2}{10}$. Если взять сумму амміачнаго N («летучаго» и «связаннаго»), то 85,92% отъ этой величины придется на жидкость и 14,08% на осадокъ. Что касается органическаго N, количество котораго вычислено по разности между общимъ количествомъ N и количествомъ N амміачнаго, такъ какъ ни HNO_3 , ни HNO_2 въ послѣдующей жидкости найдено не было, то здѣсь мы видимъ обратное,—главная масса его заключается въ осадкѣ—77,08%, а въ жидкости только 22,92%

Таково процентное распредѣленіе между жидкостью и осадкомъ различныхъ формъ азота взятыхъ въ отдѣльности. Болѣе наглядная картина распредѣленія N получится, если выразить количества отдѣльныхъ формъ N въ процентахъ отъ общаго количества его. Въ этомъ случаѣ процентныя соотношенія представятся въ такомъ видѣ:

	N „летуча- го“ NH_3 .	N „связан- наго“ NH_3 .	N органиче- скій.
Въ жидкой части клоачной массы	43,70%	17,72%	6,54%
Въ осадкѣ	5,25 „	4,81 „	21,98 „
Въ суммѣ . .	48,95%	22,53%	28,52%

Послѣднія числа показываютъ, что наибольшее количество N содержится въ жидкости въ формѣ «летучаго» амміака (43,70%); вторую по величинѣ группу составляетъ N органическихъ соединений осадка (21,98%); далѣе слѣдуетъ N «связаннаго» NH_3 , заключающагося въ жидкости (17,72%); остальное количество N распредѣляется почти поровну между «летучимъ» (5,25%) и «связаннымъ» (4,81%) амміакомъ осадка и органическими соединениями, находящимися въ растворенномъ состояніи въ жидкой части клоачной массы (6,54%).

Вновь повторяю, что приведенныя сейчасъ данныя слѣдуетъ разсматривать какъ примѣрную схему распредѣленія N и при томъ относящуюся къ опредѣленному моменту времени, такъ какъ въ клоачной массѣ непрерывно идутъ процессы, подъ вліяніемъ которыхъ происходитъ не только перераспредѣленіе формъ N, но измѣняется, постепенно уменьшаясь, съ различной скоростью въ зависимости отъ способа хранения, и общее количество его.

Выяснить послѣдній вопросъ, т. е. вопросъ о величинѣ потерь N при храненіи клоачной жидкости, представлялось при данныхъ опытахъ весьма существеннымъ, такъ какъ опыты эти носили длительный характеръ. Поэтому въ самомъ началѣ работъ былъ поставленъ въ больномъ масштабѣ опытъ для опредѣленія скорости и размѣра потерь N при сохраненіи клоачной массы безъ доступа воздуха и при свободномъ доступѣ его. Для этой цѣли намѣчалось, вначалѣ, употребить всю первую пробу клоачной массы, объемъ которой былъ около 60 литровъ, и съ этой цѣлью она была разлита въ 30 широкогорлыхъ двухлитровыхъ банокъ по 2 литра въ каждую. Такъ какъ клоачная жидкость была доставлена въ лабораторію въ 6 бутыляхъ, то, чтобы лучше перемѣшать всю массу и достигнуть возможно большей однородности состава ея во всѣхъ банкахъ, наполненіе ихъ производилось не сразу, а въ каждую изъ нихъ отливался примѣрно одинаковый объемъ (300—400 куб. с.) изъ каждой бутылки. Переливаніе производилось съ помощью сифона при постоянномъ перемѣшиваніи жидкости въ бутыляхъ. Не смотря на эти предосторожности все-же не удалось, какъ увидимъ ниже, достигнуть полной однородности состава жидкости во всѣхъ банкахъ.

Половина банокъ была поставлена подъ тягу открытыми, а остальные были закрыты пробками и залиты парафиномъ, при чемъ каждая изъ этихъ послѣднихъ была снабжена газоотводной трубкой; свободные концы газоотводныхъ трубокъ были опущены въ стаканы съ растворомъ $FeSO_4$ для поглощенія зловонныхъ газовъ. У одной изъ банокъ отведеніе выдѣляющихся газовъ было сдѣлано сложнѣе: газоотводная трубка, идущая изъ банки, проходила въ эрленмейеровскую колбу, содержащую $\frac{1}{10}$ нормальную H_2SO_4 (50 куб. сант.), а уже изъ этой колбы газы, прошедшіе черезъ H_2SO_4 , направлялись другой газоотводной трубкой въ растворъ $FeSO_4$. Сдѣлано это было съ тою цѣлью, чтобы можно было, если окажутся потери азота, учесть не только общую потерю его, путемъ анализа клоачной массы, но и опредѣлить, титрованіемъ H_2SO_4 , какая доля азота выдѣлилась въ формѣ NH_3 .

По первоначальному плану предполагалось съ возможной подробностью прослѣдить ходъ потерь N , почему и было заготовлено такое большое количество отдѣльныхъ сосудовъ, но первыя-же опредѣленія сдѣланныя черезъ 4 дня послѣ начата опыта, заставили отказаться отъ намѣченнаго пути, такъ какъ съ одной стороны выяснилась неоднородность клоачной массы.—въ сосудѣ сохранявшемся безъ доступа воздуха было найдено N нѣсколько больше, чѣмъ было передъ постановкой опыта, а съ другой стороны это послѣднее опредѣленіе показало, что если и происходитъ потери при сохраненіи клоачной массы безъ доступа воздуха, то скорость этого процесса не велика и, слѣдовательно, нѣтъ необходимости дѣлать опредѣленія потерь N черезъ

небольшие промежутки времени, какъ это было намѣчено раньше. Поэтому тотъ большой запасъ клоачной массы, который былъ предназначенъ специально для этого опыта и сохранялся безъ доступа воздуха, былъ употребленъ для другихъ опытовъ, намѣченныхъ при данныхъ работахъ, и цифровой материалъ относящейся къ вопросу о потеряхъ N при храненіи жидкости былъ полученъ попутно при другихъ опытахъ. Для этого передъ началомъ каждой серіи опытовъ, въ зависимости отъ того объема жидкости, какой требовался для данныхъ опытовъ, открывалось то или другое число банокъ, содержимое ихъ выливалось въ соотвѣтственнаго объема сосудъ (бутыль съ притертой пробкой), перемѣшивалось и сейчасъ же дѣлались опредѣленія N и NH₃ и затѣмъ въ теченіе всего остального времени производства данной серіи опытовъ жидкость сохранялась въ бутылки съ притертой пробкой. Такимъ путемъ всѣ банки, кромѣ одной оставшейся нераскрытой въ теченіи 6 мѣсяцевъ, были использованы за 3 пріема, — 15/VII, 13/VIII и 9/X.

Что касается сосудовъ, сохранявшихся открытыми, то изъ числа ихъ было использовано только 10: семь—для опредѣленія потерь N и NH₃, сроки опредѣленія которыхъ примѣрно приурочивались къ соотвѣтствующимъ опредѣленіямъ въ жидкости сохранявшейся безъ доступа воздуха, и три — для приготовления пудрета ²⁰⁾.

Я привелъ подробное описаніе тѣхъ манипуляцій, которымъ подвергалась первая проба клоачной жидкости, для того, чтобы съ одной стороны показать какъ трудно получить однородныя пробы клоачной массы, а съ другой стороны, чтобы все-таки отмѣтить тотъ, не совсѣмъ обычный, способъ, который совершенно непредвидѣнно былъ примѣненъ при сохраненіи первой пробы клоачной массы ²¹⁾.

Въ сосудахъ, сохранявшихся открытыми, первыя опредѣленія общаго количества N и NH₃ были сдѣлана черезъ 4 дня послѣ того, какъ жидкость была разлита по отдѣльнымъ сосудамъ (15/VII); слѣдующія опредѣленія примѣрно черезъ 1½ мѣсяца (22/VIII) и послѣднія— черезъ три мѣсяца (14/X). Кромѣ того, одно опредѣленіе амміачнаго N сдѣлано черезъ 19 дней послѣ первоначальнаго опредѣленія состава данной пробы клоачной массы (11/VII). Одновременно съ опредѣленіями N, исключая перваго опредѣленія, сдѣланнаго по истеченіи всего лишь 4-хъ дней отъ начала разлива, производился учетъ испарившейся воды. Опредѣленія эти показали слѣдующее: въ теченіе первыхъ 19-ти дней испарилось 13,17% отъ первоначальнаго объема жидкости; черезъ 42 дня отъ начала опыта величина эта возрасла до 19,50%, а къ концу опыта (14/X) достигла 46,83%.

²⁰⁾ См. главу V-ую.

²¹⁾ Вторая проба клоачной массы сохранялась все время въ большихъ бутылкахъ (10—12 л.) съ притертыми пробками.

Для опредѣленія азота 15-го іюля были взяты пробы ²²⁾ изъ одной банки, для послѣдующихъ-же анализовъ передъ взятіемъ пробъ смѣшивались жидкости двухъ банокъ и уже изъ этой смѣси брались пробы, при чемъ 22-го августа и 14-го октября передъ смѣшиваніемъ въ каждую банку приливалась дистиллированная Н₂О для доведенія содержимаго банки до первоначальнаго объема; 30-го іюля этого сдѣлано не было и поэтому найденное при анализѣ количество амміачнаго N перечислено на первоначальный объемъ жидкости по проценту испарившейся воды.

Количества азота найденныя при всѣхъ этихъ анализахъ по отношенію къ первоначальному объему жидкости слѣдующія:

Время анализа:	Количества N въ гр. на 1 L.		
	Общее количество N.	Азотъ амміачный.	Азотъ органическій.
11-го іюля	2,438 (1)	1,641 (21)	0,797
15-го „	2,297 (2)	1,655 (22)	0,642
30-го „	—	1,164 (24)	—
22-го августа	1,329 (5)	0,714 (26)	0,615
14-го октября	0,786 (7)	0,214 (28) ²²⁾	0,572

Приведенныя данныя ясно показываютъ тѣ громадныя потери N, которыя имѣютъ мѣсто въ клоачной жидкости при храненіи ея въ открытыхъ сосудахъ, т. е. при свободномъ доступѣ воздуха. Уже черезъ 4 дня послѣ начала опыта убыль N составила 5,78 % отъ количества его, содержавшагося въ жидкости передъ началомъ опыта и найденнаго при анализѣ 11-го іюля; по истеченіи 1½ мѣсяцевъ уменьшеніе количества N возрасло до 45,49 %, а за все время опыта (95 дней) потеря N достигла 67,76 %. Главная масса потерь падаетъ на N амміачный; убыль его шла въ такой послѣдовательности: за 19 дней потеря составила 29,07 %, за 42 дня—56,49% и за все время опыта—86,96%. Что касается органическаго N, то потеря его не велика,—въ общемъ достигла только 28,23 % отъ первоначальнаго количества его.

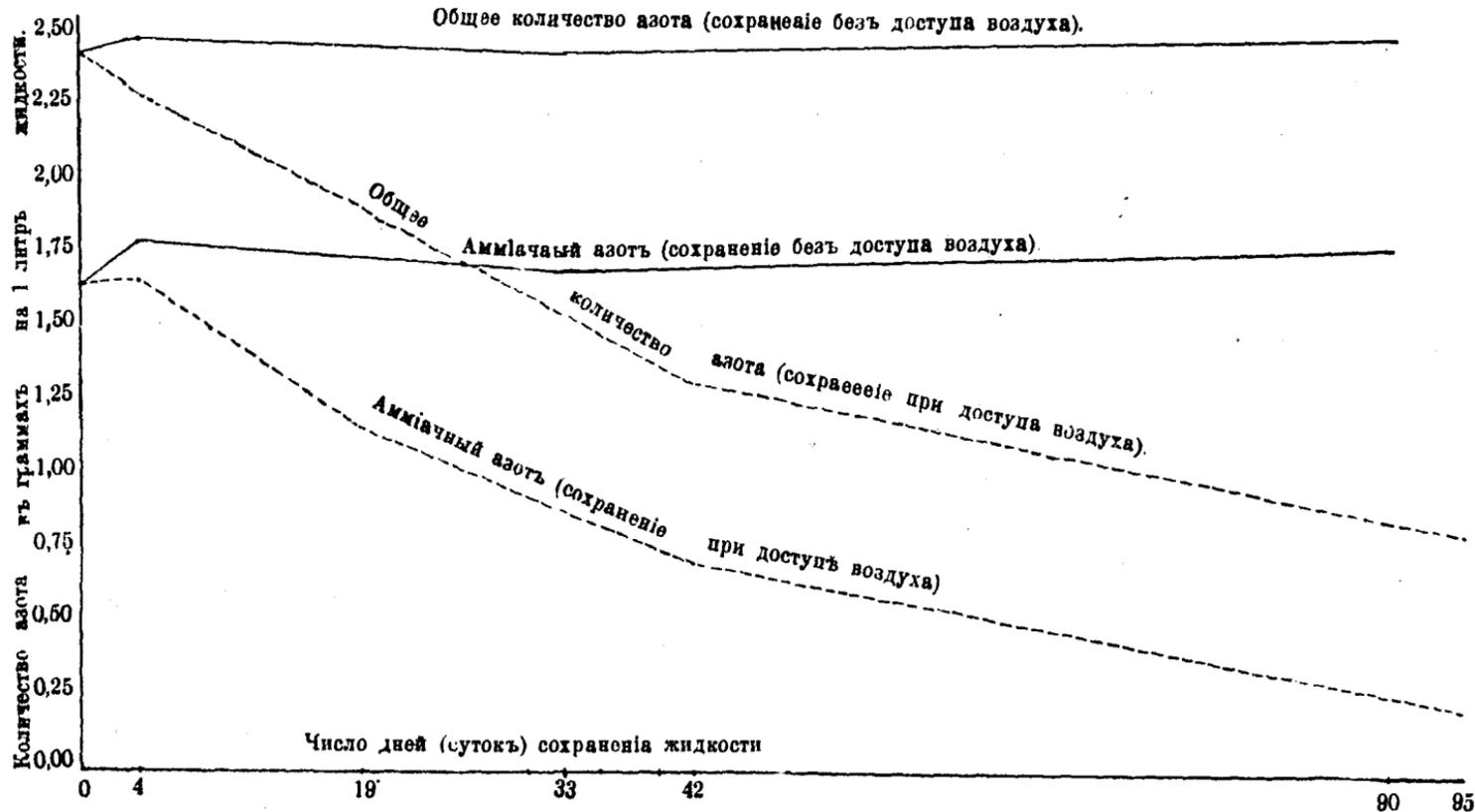
Очень наглядно размѣры потерь общаго количества N и азота амміачнаго выетупаютъ при графическомъ изображеніи ихъ (см. диаграмму 1-ю).

Чтобы покончить съ этой серіей сосудовъ, сосудовъ сохранявшихся при доступѣ воздуха, отмѣчу здѣсь еще слѣдующее. Какъ я уже указалъ, въ теченіе первыхъ 4-хъ дней опыта, общая потеря N

²²⁾ Какъ при этихъ опредѣленіяхъ, такъ и при всѣхъ остальныхъ, пробы для анализовъ брались соответствующаго объема пипетками; жидкость въ нихъ набиралась при помощи резиновой всасывающей груши.

²³⁾ Цифры поставленныя въ скобки означаютъ №№ анализовъ „Аналит. приложений“.

Потери N при храненіи илоачной жидкости.



составила довольно большую величину—5,78%, но потеря эта не коснулась N аммиачного, количество его осталось прежним и даже наблюдалось некоторое увеличение (0,85%). Конечно, такая величина, если принять во внимание неоднородность kloачной массы, лежит въ предѣлахъ точности самаго опредѣленія, и взятая въ отдѣльности не можетъ служить доказательствомъ, что увеличеніе количества NH₃ въ дѣйствительности имѣло мѣсто. Но если сопоставить данныя относящіяся къ аммиачному азоту съ тѣми большими потерями (5,78%) азота, которыя наблюдались въ данномъ случаѣ, то можно предполагать, что на ряду съ потерями NH₃ шло усиленное образованіе его изъ органическихъ соединеній, которое восполняло потери и благодаря этому общее количество NH₃ оставалось на одномъ уровнѣ. Трудно допустить, чтобы при наличности большого количества аммиачного азота (67,31% отъ общаго количества N), значительная доля котораго (55,88%) принадлежала летучимъ аммиачнымъ соединеніямъ, потери N происходили исключительно въ формѣ свободного азота за счетъ органическихъ веществъ, заключавшихся въ kloачной массѣ. Доказательствомъ правильности выказаннаго предположенія могутъ служить данныя, относящіяся ко второй группѣ сосудовъ, сохранявшихся безъ доступа воздуха, гдѣ, какъ мы сейчасъ увидимъ, потерь N не наблюдалось за все время опыта (3 мѣсяца). Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, въ первые дни опыта, получилось сильное увеличеніе аммиачного N, которое нельзя уже приписать неточности анализа: количество аммиачного N возрасло за 4 дня съ 1,641 gr. до 1,805 gr. на 1 литръ жидкости, т. е. на 9,99% (см. діаграм. I). Причиной такого быстро увеличенія количества NH₃ нужно считать усиленную аэрацію жидкости во время переливанія ея по сосудамъ. Я остановился на данномъ фактѣ нѣсколько подробнѣе потому, что съ подобнымъ явленіемъ приходилось сталкиваться и при дальнѣйшихъ опытахъ и необходимо было учитывать его. По мѣрѣ использования kloачной массы въ отдѣльныхъ бутылкахъ, въ которыхъ она сохранялась, т. е. по мѣрѣ того какъ увеличивалось въ бутылѣ соотношеніе между объемомъ воздуха и объемомъ жидкости, наблюдалось возрастаніе и количества аммиачного N. Конечно, тутъ играли еще замѣтную роль и частыя взбалтыванія жидкости при взятія пробъ для анализовъ.

Во второй группѣ сосудовъ, въ которыхъ kloачная масса сохранялась безъ доступа воздуха, потерь N, какъ я уже упомянуть, совершенно не произошло за все время наблюденія (3 мѣсяца). Анализы жидкости изъ этихъ сосудовъ произведены примѣрно въ тѣ-же сроки, какъ и для предыдущей группы сосудовъ, а именно: черезъ 4 дня послѣ того какъ жидкость была разлита по сосудамъ (15/VII), черезъ 33 дня (13/VIII) и черезъ 90 дней (9/X). Результаты анализовъ получились слѣдующіе:

Время анализа.	Количества N въ гр. на 1 L.		
	Общее количество N.	Азотъ аммиачный.	Азотъ органическій.
11-го іюля 1913 г.	2,438 (1)	1,641 (21)	0,797
15-го „ „	2,491 (3)	1,805 (23)	0,686
13-го августа „	2,458 (4)	1,729 (25)	0,729
9-го октября „	2,512 (6)	1,806 (27)	0,706

Какъ видимъ никакого уменьшенія общаго количества N не наблюдается, оно все время держится около одного средняго уровня (2,475 гр. на 1 L.), уклоненія отъ котораго вполнѣ объясняются неоднородностью клоачной массы и, слѣдовательно, невозможностью взять для анализа вполнѣ идентичныя пробы. Что касается аммиачнаго N, то количество его, замѣтно увеличившись въ первые дни опыта (см. діаграм. 1-ю), причину чего я уже указывалъ, оставалось въ дальнѣйшемъ постояннымъ, составляя въ среднемъ 1,780 гр. на 1 L. жидкости. По окончаніи опыта (9/X) была протитрована H_2SO_4 , въ которую была опущена, какъ было указано раные, газоотводная трубка одного изъ сосудовъ, при чемъ оказалось, что вся H_2SO_4 осталась неиспользованной,—никакихъ слѣдовъ NH_3 въ ней не найдено.

Измѣненія въ количествѣ органическаго N находятся, конечно, въ данномъ случаѣ, въ связи съ измѣненіями аммиачнаго N,—вначалѣ количество его убавилось, соотвѣтственно увеличенію NH_3 , а затѣмъ оставалось безъ перемѣнъ.

Итакъ приведенныя данныя съ несомнѣнностью доказываютъ полную возможность сохранять клоачную массу въ теченіи довольно продолжительнаго срока безъ замѣтныхъ потерь N при условіи, что къ сохраняемой жидкости не будетъ свободнаго притока воздуха, и, слѣдовательно, возможно производить съ нею рядъ опытовъ растянутыхъ во времени, не рискуя имѣть для каждаго послѣдующаго опыта жидкость рѣзко отличающуюся по содержанію азота отъ ранѣе взятыхъ порцій ея. Приходится только считаться съ неоднородностью ея и съ довольно быстрыми переходами одной формы N въ другую, на что я уже указывалъ раные.

Что касается судьбы азота при болѣе продолжительномъ храненіи клоачной массы, то хотя одинъ изъ сосудовъ съ жидкостью и былъ оставленъ съ этой цѣлью нетронутымъ на 6 мѣсяцевъ, но, по недосмотру, уровень раствора $FeSO_4$, въ который была опущена газоотводная трубка, понижался раза два въ теченіи этого періода настолько, что была возможность прохожденія воздуха внутрь сосуда и поэтому та потеря N, которая получилась въ этомъ случаѣ, не можетъ служить отвѣтомъ на данный вопросъ. Общее количество N въ жидкости оказалось равнымъ 2,243 ²⁴⁾ гр. на 1 L. и, слѣдовательно, убыль N

²⁴⁾ Анализъ № 10 „Аналит. приложений“.

за 6 мѣсяцевъ (точноѣ 193 дня) получилась невелика—9,37%, если считать среднее содержаніе N въ изслѣдуемой жидкости равнымъ 2,475 gr. на 1 L., т. е. величину среднюю изъ тѣхъ 4-хъ опредѣлений N въ клоачной жидкости, сохранявшейся безъ доступа воздуха, которыя были сдѣланы за періодъ 11/VI—9/X. Количество NH_3 осталось безъ переменъ,—раньше было въ среднемъ 1,745 gr. на 1 L., теперь—1,776 gr. ²⁵). Потеря органическаго N составила за 6 мѣсяцевъ 36,02% отъ первоначальнаго количества его, при чемъ абсолютная величина этой убыли была равна 0,263 gr. на 1 L. и почти въ точности совпала по величинѣ съ общей потерей азота,—0,232 gr. на 1 L.

Изъ другихъ составныхъ частей клоачной массы имѣетъ нѣкоторое значеніе, при полученіи изъ нея $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ фосфорная кислота, которая входитъ въ составъ пудретовъ, являющихся въ качествѣ побочнаго продукта при данномъ производствѣ. Какъ видно изъ таблицы 1-ой, двѣ пробы клоачной жидкости, служившей для изслѣдованія, рѣзко отличались между собою по содержанію P_2O_5 ; въ первой пробѣ на 1 L. жидкости приходилось 0,681 gr. P_2O_5 , во второй—1,399 gr. Это различіе въ содержаніи P_2O_5 можетъ быть объяснено различнымъ количествомъ взвѣшенныхъ веществъ, содержащихся въ той и другой пробѣ жидкости, такъ какъ главная масса P_2O_5 приходится на долю осадка. Нѣкоторый параллелизмъ между количествомъ взвѣшенныхъ веществъ и количествомъ P_2O_5 виденъ и на анализахъ нечистотъ, взятыхъ со свалокъ,—съ возрастаніемъ количества взвѣшенныхъ веществъ увеличивается и содержаніе P_2O_5 .

Сильно отличались между собою эти двѣ пробы и по количеству взвѣшенныхъ веществъ, содержаніе которыхъ, не играя существенной роли при полученіи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, опредѣляетъ собою только размѣры выхода пудретовъ.

Что касается K, то онъ почти совершенно ускользаетъ отъ утилизации при изслѣдуемомъ способѣ полученія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; въ составъ пудретовъ онъ входитъ въ количествахъ неимѣющихъ практическаго значенія (доли процента).

Заканчивая на этомъ разсмотрѣніе состава клоачной массы, служившей для изслѣдованія, позволю себѣ повторить въ формѣ краткихъ положеній тѣ выводы, которые, какъ мнѣ кажется, можно сдѣлать на основаніи всего сказаннаго въ этой главѣ.

1. Среднее содержаніе N въ клоачной массѣ служившей для изслѣдованія составляетъ 2,714 gr. на 1 L. при колебаніи отъ 2,43S до 2,958 gr.; изъ этого количества N на долю амміачнаго приходится въ среднемъ 70,99%; остальное количество принадлежитъ органическому N.

2. Какъ примѣрную схему распредѣленія различныхъ формъ N въ изслѣдуемой жидкости можно указать слѣдующую (относящуюся

²⁵) Анализъ № 31 „Аналит. приложеній“.

ко 2-ой пробѣ): наибольшее количество N содержится въ жидкой части клоачной массы въ формѣ летучихъ амміачвыхъ соединеній (43,70%); вторую по величинѣ группу составляетъ N органическихъ соединеній осадка (21,98%); далѣе слѣдуетъ N нелетучихъ амміачныхъ соединеній, заключающихся въ жидкости (17,72%); остальное количество N распределяется почти поровну между летучими (5,25%) и нелетучими (4,81%) амміачными соединеніями осадка и органическими соединеніями, растворенными въ жидкой части клоачной массы (6,54%).

3. По содержанию общаго количества N и NH_3 данная жидкость близко подходит къ клоачнымъ массамъ, поступающимъ на свалки г. Москвы и, слѣдовательно, обладаетъ въ этомъ отношеніи извѣстной типичностью.

4. Опытъ Западной Европы показываетъ пригодность клоачныхъ жидкостей съ указаннымъ выше содержаниемъ N для экономически выгоднаго полученія изъ нихъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

5. При сохраненіи клоачной жидкости въ теченіи трехъ мѣсяцевъ безъ доступа воздуха никакихъ замѣтныхъ потерь N не наблюдалось; при сохраненіи-же въ открытыхъ сосудахъ убыль N шла очень быстро.

ГЛАВА П.

Количество азота, которое оказалось возможным выдѣлить въ формѣ амміака изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, при обработкѣ ея известью; количества CaO необходимыя для этого.

Приступая къ изложенію результатовъ опытовъ, поставленныхъ съ цѣлью выясненія процесса извлеченія NH_3 изъ клоачной массы, долженъ снова возвратиться къ тому лейтмотиву, который сопровождалъ изложеніе предыдущей главы, а именно къ неоднородности состава клоачной жидкости; приходится отмѣтить, что неоднородность состава и непрерывно совершающіеся въ ней химико-біологическіе процессы, измѣняющіе соотношеніе между различными формами N , не даютъ возможности дѣлать сопоставленія между собою данныхъ, относящихся къ различнымъ порціямъ клоачной массы и полученныхъ при анализахъ разновременно произведенныхъ. Въ большинствѣ случаевъ приходится разсматривать и сопоставлять результаты каждаго опыта въ отдѣльности, такъ какъ всѣ они, въ совокупности взятые, растягиваются на довольно значительный промежутокъ времени.

Указанные опыты можно разбить на три группы соотвѣтственно тремъ основнымъ вопросамъ, поставленнымъ на разрѣшеніе, а именно, — 1-ый—опредѣленіе количества N , которое можно выдѣлить въ формѣ NH_3 изъ клоачной массы при обработкѣ ея CaO ; 2-ой—опредѣленіе количества CaO необходимаго для выдѣленія maximum'альнаго количества NH_3 и 3-ій вопросъ, разсмотрѣніе котораго составитъ содержаніе слѣдующей главы,—вопросъ о скорости выдѣленія NH_3 при данномъ процессѣ.

При разрѣшеніи перваго вопроса, т. е. для опредѣленія количества N , вытѣсняемаго въ формѣ NH_3 изъ клоачной массы CaO , можно идти, благодаря присутствію въ ней летучихъ амміачныхъ соединений, двумя путями, — или выдѣлять весь N , который можетъ быть превращенъ въ NH_3 , одновременно, суммарно путемъ обработки жидкости CaO или-же вести отдѣленіе NH_3 послѣдовательно, т. е. раньше удалить кипяченіемъ NH_3 летучихъ соединений и затѣмъ уже обрабатывать жидкость CaO , чтобы вытѣснить NH_3 , нелетучихъ солей аммонія, а также выдѣлить N отщепляемый CaO въ формѣ NH_3 отъ органическихъ азотистыхъ соединений.

Для опредѣленія количества выдѣлаемаго NH_3 при первомъ способѣ (суммарномъ) было сдѣлано три серіи анализовъ; двѣ изъ нихъ

относятся къ первой пробѣ клоачной жидкости и одна ко второй. Во всѣхъ случаяхъ помимо опредѣленія количества NH_3 отщепляемаго известью, которая примѣнялась въ формѣ 10% известкового молока, т. е. содержащаго въ 1 литрѣ 100 гр. CaO , дѣлались одновременно и опредѣленія общаго количества N (по Кіельдалю), амміачнаго N (перегонка съ MgO) и N «летучаго» NH_3 (кипяченіе жидкости). Для опредѣленія амміачнаго N бралось по 100 к. с. клоачной жидкости¹⁾; при употребленіи MgO и $\text{Ca}(\text{OH})_2$, которые вносились въ избыткѣ, отгонка велась до-суха, а при опредѣленіяхъ «летучаго» NH_3 —почти до-суха,— въ перегонныхъ колбахъ оставлялось всего лишь нѣсколько куб. сан. жидкости, которая получалась въ видѣ густой, мало-подвижной массы. Въ одномъ случаѣ помимо указанныхъ опредѣленій была произведена перегонка жидкости съ NaOH .

Первая группа анализовъ, при которой испытывалось кромѣ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и дѣйствіе NaOH , дала такіе результаты:

Способъ опредѣленія азота.	Количество N въ гр. на 1 L. жидкости.	% отъ общаго количества N.
Общее количество N (по Кіельдалю) (4) ²⁾	2,458	—
Количество N выдѣленнаго перегонкой съ NaOH (49)	1,890	76,89
„ „ „ „ „ CaO (48)	1,811	73,68
„ „ „ „ „ MgO (25)	1,729	70,34
„ „ „ „ кипяченіемъ (73)	1,025	41,70

Приведенныя данныя показываютъ, что CaO , помимо выдѣленія амміачнаго N, отщепляетъ еще въ формѣ NH_3 значительное количество органическаго N, а именно отъ общаго количества его, составлявшаго 0,729 гр. на 1 L., выдѣлилось въ формѣ NH_3 —0,082 гр. или 11,25%. Эта величина по отношенію къ общему количеству N, заключавшагося въ жидкости, составить 3,34%. Въ общей сложности CaO выдѣлилъ въ формѣ амміака 73,68%, т. е. 31,98% сверхъ N «летучаго» NH_3 , который составлялъ въ данной порціи клоачной жидкости 41,70%.

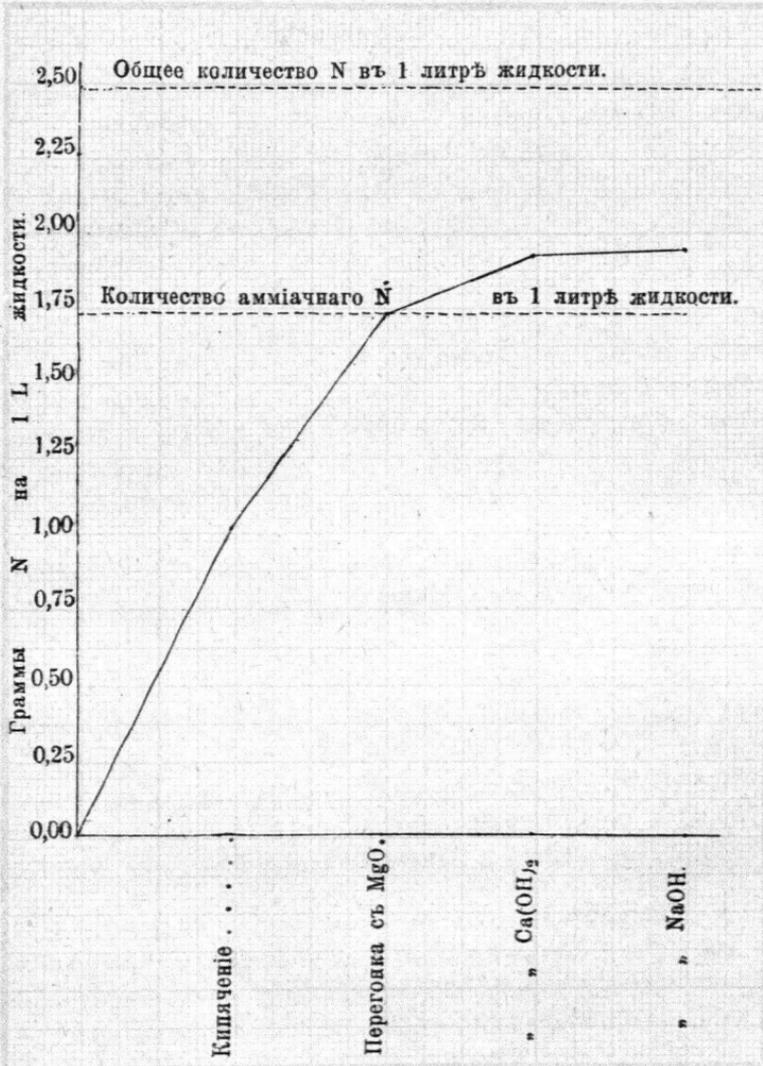
Что касается NaOH , то при отгонкѣ съ нимъ количество выдѣляемаго амміачнаго N превысило общее количество этой послѣдней формы N, заключавшейся въ жидкости, на 6,55%, т. е. дѣйствіе его на органической N оказалось вдвое сильнѣе, чѣмъ дѣйствіе CaO . Отъ органическаго N отщеплено въ этомъ случаѣ вдвое большее количество,— 0,162 гр. на 1 L. или 22,09%. По сравненію съ количествомъ N выдѣленнымъ въ формѣ NH_3 известью, считая въ процентахъ на общее количество N, заключавшееся въ жидкости, прибавка эта составитъ 3,21% (см. діаграмму II-ю).

¹⁾ Болѣе подробныя данныя относительно анализовъ указаны въ „Аналит. приложеніяхъ“.

²⁾ Цифры поставленныя въ скобкахъ обозначаютъ №№ анализовъ „Аналит. приложенія“.

Діаграма II.

Количество N выдѣленного въ формѣ NH_3 при кипяченіи клоачной массы и при перегонкѣ ея съ MgO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и NaOH .



Вторая серия анализовъ, относящихся къ той-же пробѣ клоачной массы, но къ другой порціи ея, содержащей нѣсколько большее количество N, дала результаты довольно близкіе къ только что сообщеннымъ, а именно:

Способъ опредѣленія азота.		Количество N въ гр. на 1 L. жидкости.	% отъ общаго количества N.
Общее количество N (по Кіельдалю)	(6)	2,512	—
Количества N выдѣленнаго перегонкой съ CaO.	(55)	1,860	74,04
” ” ” ” ” MgO.	(27)	1,806	71,89
” ” ” кипяченіемъ . . .	(74)	0,935	37,22

Въ этомъ случаѣ CaO отщепилъ отъ органическаго азота нѣсколько меньшую величину по сравненію съ предыдущимъ опытомъ,—0,054 гр. на 1 L. или 7,65% отъ общаго количества его (0,706 гр. на 1 L.); въ предыдущемъ опытѣ было выдѣлено 11,25%. Соответственно этому меньшій % составила и прибавка NH₃ выдѣленнаго CaO сверхъ азота амміачнаго, заключавашагося въ жидкости; избытокъ этотъ составляетъ только 2,15% противъ прежнихъ 3,34%. Но не смотря на это общее количество выдѣленнаго NH₃ получилось нѣсколько больше, а именно 74,04%. Это обуславливается бѣльшимъ количествомъ амміачнаго N, заключавашагося въ этой порціи клоачной жидкости. Благодаря меньшему количеству летучаго NH₃, процентъ N, выдѣленнаго известью сверхъ азота летучаго NH₃, составилъ также бѣльшую величину, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ, а именно 36,82%; тамъ было 31,98%.

Въ послѣдней группѣ анализовъ, матеріаломъ для которыхъ служила вторая порція клоачной жидкости, получились такія величины:

Способъ опредѣленія азота.		Количество N въ гр. на 1 L. жидкости.	% отъ общаго количества N.
Общее количество N (по Кіельдалю)	(8)	2,958	—
Количество N выдѣленнаго перегонкой съ CaO (66 и 68)		2,282	77,14
” ” ” ” ” MgO (29)		2,124	71,81
” ” ” кипяченіемъ . . . (81—84)		1,446	48,88

Здѣсь дѣйствіе CaO сказалось по сравненію съ MgO болѣе рѣзко,—помимо амміачнаго N выдѣлено еще 5,33%, которые въ суммѣ съ амміачнымъ азотомъ составятъ 77,14% отъ общаго количества N. Дѣйствіе CaO въ этомъ случаѣ было аналогично дѣйствію NaOH въ первой серіи анализовъ,—изъ общаго количества органическаго N, составлявашаго 0,834 гр. на 1 L. жидкости, переведено въ амміакъ 0,158 гр., т. е. 18,97%. Если-же оцѣнивать дѣйствіе CaO по количеству N, выдѣленному въ формѣ NH₃ сверхъ N «летучаго» NH₃, который можно извлечь простымъ кипяченіемъ, то въ этомъ случаѣ дѣйствіе

СаО сказалоcь слабѣе, чѣмъ въ предыдущихъ опытахъ; на долю этого N приходится 28,26%, а въ ранѣе разсмотрѣнныхъ опытахъ количество его превышало 30%.

Азотъ выдѣляемый СаО имѣеть, какъ мы сейчасъ видѣли различное происхождение,—часть его принадлежитъ «летучему» NH₃, часть—нелетучимъ солямъ аммонія и, кромѣ того, нѣкоторое количество его отщепляется отъ органическаго азота. Доля участія каждой изъ этихъ группъ азота, выраженная въ процентахъ отъ общаго количества азота выдѣляемаго известью, варіировала по отдѣльнымъ порціямъ клоачной массы слѣдующимъ образомъ:

Происхождение N.	Пр о б а I-я.			Проба II-я.	Среднее для I и II пробъ.
	1-я группа авалиновъ.	2-я группа авалиновъ.	Среднее.		
П р о ц е н т ы.					
N „летучаго“, NH ₃	56,60	50,27	53,44	63,36	58,40
„ „связаннаго“ „	38,87	46,83	42,85	29,73	36,29
„ органическій „	4,53	2,90	3,71	6,91	5,31

Въ среднемъ, слѣдовательно, на долю органическаго N приходится только около $\frac{1}{20}$ части, вся-же остальная масса азота, т. е. 95% (или точнѣе 94,69%), принадлежитъ аммиачному азоту, изъ числа котораго больше половины (61,67%) составляетъ азотъ «летучаго» амміака.

Разсматривая приведенныя данныя, я указывалъ на выходы NH₃, при обработкѣ клоачной массы известью, въ процентахъ по отношенію къ общему количеству N, заключавшемуся въ жидкости, но не останавливался на абсолютныхъ величинахъ этихъ выходовъ потому, что помимо данныхъ уже сообщенныхъ имѣется еще нѣсколько опредѣленной количествъ N выдѣляемаго СаО, которыми можно воспользоваться для рѣшенія даннаго вопроса, хотя они и относятся къ другимъ опытамъ. Такихъ опредѣленій имѣется четыре и всѣ они принадлежатъ первой пробѣ клоачной массы. Количества N, вытѣсненныя при этихъ анализахъ въ формѣ NH₃ известью, были равны по расчету на 1 L. жидкости слѣдующимъ величинамъ—1,792 gr., 1,827 gr., 1,829 gr. и 1,843³⁾ gr.; по отношенію къ общему количеству N, заключавшемуся въ жидкости, эти величины соответственно составляли.—71,34%, 72,73%, 72,81% и 73,37%. Хотя эти анализы и произведены въ раз-

³⁾ Числа 1-ое, 2-ое и 4-ое принадлежатъ анализамъ 57-му, 59-му и 58-му „Аналит. приложеній“; что касается третьяго числа, то оно найдено при опредѣленіи скорости выдѣленія NH₃; при этомъ анализѣ не было парнаго опредѣленія и поэтому оно не помѣщено въ „Аналит. приложенійхъ“; подробныя данныя объ этомъ анализѣ будутъ приведены нѣсколько ниже.

личные сроки, но полученные данные являются по величинѣ очень близкими между собою и мало уклоняются отъ тѣхъ величинъ, которыя были приведены раньше. Сопоставленіе всѣхъ данныхъ указываетъ, что при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , имѣющаго различное происхожденіе, т. е. принадлежащаго и летучимъ и нелетучимъ соединеніямъ аммонія, а также отщепляемаго CaO отъ органическихъ соединеній, общій выходъ его, по расчету на N , колебался для первой пробы клоачной жидкости отъ 1,792 гр. до 1,860 гр. на 1 L. жидкости, а въ среднемъ составлялъ 1,827 гр. на 1 L.

Величина близкая къ только-что приведенной получится и въ томъ случаѣ, если примѣнить для вычисленія другой, нѣсколько окольный, путь, а именно, если вычислить выходъ NH_3 по среднему содержанію N въ изслѣдуемой клоачной массѣ и среднему проценту N отщепляемому въ формѣ амміака CaO . По приведеннымъ выше даннымъ послѣдняя величина составляетъ въ среднемъ 73,00%, а среднее содержаніе N въ первой пробѣ клоачной массѣ ровно, какъ было указано въ первой главѣ, 2,475 гр. на 1 L. и, слѣдовательно, выходъ NH_3 , считая на N , составитъ 1,807 гр. на 1 L. На основаніи этихъ вычисленій можно принять, что при суммарномъ выдѣленіи амміака можно извлечь путемъ обработки известью изъ одного литра первой пробы клоачной жидкости 1,817 гр. N .

Для второй пробы соответственная величина составляетъ 2,282 гр., что, какъ увидимъ дальше, подтвердилось опытными перегонками выполненными въ значительно бѣльшемъ масштабѣ (при 2 L. жидкости). Въ среднемъ-же для обѣихъ пробъ клоачной массы можно, на основаніи этихъ лабораторныхъ опытовъ, принять количество N , которое можно извлечь известью при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , равнымъ 2,05 гр. на 1 L. жидкости, т. е. около 75% всего заключающагося въ ней азота.

Что касается второго способа извлеченія NH_3 , т. е. послѣдовательнаго выдѣленія его, а именно обработки клоачной массы известью уже послѣ удаленія N летучихъ амміачныхъ соединеній путемъ кишеченія ея, то во всѣхъ случаяхъ сравнительныхъ перегонокъ по тому и другому способу преимущество, въ смыслѣ количества извлекаемаго азота, падаетъ на сторону этого послѣдняго способа, т. е. послѣдовательнаго выдѣленія NH_3 . Такихъ сравнительныхъ перегонокъ было сдѣлано три; полученные результаты слѣдующіе:

Способъ выдѣленія NH_3 :	О п ы т ь:		
	I.	II.	III.
	Количество N въ гр. на 1 L. жидкости.		
Суммарное выдѣленіе NH_3 .	1,792 ¹⁾	1,829	2,193
Послѣдовательное „ „ .	1,827 ²⁾	1,878	2,247

¹⁾ Анализъ № 57. „Аналит. приложений“.

²⁾ Сумма величинъ, найденныхъ при анализѣ 80-мъ и 91-мъ „Аналит. приложений“.

Какъ видимъ во всѣхъ трехъ опытахъ перевѣсъ, правда небольшой, приходится на долю послѣдовательнаго выдѣленія NH_3 —въ первомъ случаѣ онъ составляетъ 0,035 gr. N на 1 L, во 2-мъ—0,049 gr. и въ послѣднемъ 0,054 gr.; эти величины въ процентахъ къ количеству N выдѣленному при суммарномъ извлеченіи NH_3 соответственно составлять—1,95%, 2,68% и 2,46%; въ среднемъ прибавка равна 2,37%. Отнести эти различія, въ виду незначительности абсолютныхъ величинъ ихъ, на счетъ неоднородности опытнаго матеріала мнѣ представляется невозможнымъ, такъ какъ трудно допустить такое совпаденіе, чтобы для опредѣленія амміака суммарнымъ способомъ во всѣхъ случаяхъ попадалъ матеріаль болѣе бѣдный N или болѣе трудно поддающійся дѣйствию CaO , тѣмъ болѣе, что опыты эти произведены въ разное время, съ различными порціями клоачной массы и даже нѣсколько различными способами; послѣднія данныя относятся къ перегонкѣ выполненной въ большомъ масштабѣ (2 L.) со 2-ой пробой клоачной жидкости; при этомъ учетъ N производился окольнымъ путемъ, а именно: выдѣляющійся NH_3 поглощался H_2SO_4 крѣпостью 44,3° Вѣ; послѣ окончанія перегонки содержимое сатуратора выпаривалось до суха и уже въ полученномъ матеріалѣ, въ отдѣльной навѣскѣ его, опредѣлялось количество амміачнаго N. Два другихъ опыта относятся къ 1-ой пробѣ клоачной массы, при чемъ въ первомъ опытѣ извлеченіе NH_3 производилось при кипяченіи жидкости, а во второмъ нагрѣваніе велось путемъ пропусканія черезъ жидкость паровъ H_2O . Въ виду такихъ различій въ самой постановкѣ опытовъ и близости, не смотря на это, полученныхъ результатовъ, возможность допущенія случайности въ этихъ опытахъ, мнѣ кажется, отпадаетъ.

Итакъ послѣдовательное извлеченіе NH_3 , т. е. выдѣленіе его въ два пріема,—вначалѣ одного только N летучихъ амміачныхъ соединений, а затѣмъ уже отщепленіе остальнаго N,—даетъ лучшіе результаты, тѣмъ одновременное (суммарное) выдѣленіе его; выходъ NH_3 получается больше въ среднемъ на 2,37%. Если увеличить на этотъ процентъ количество азота (2,050 gr. на 1 L.), отщепляемое CaO при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , то получимъ максимумальный возможный выходъ амміачнаго азота изъ клоачной жидкости, служившей для изслѣдованія, при обработкѣ ея CaO съ послѣдовательнымъ извлеченіемъ NH_3 . Вычисленная такимъ образомъ величина составитъ 2,099 gr. N или 9,90 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на 1 L., такъ какъ, согласно формулѣ $2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, одна вѣсовая единица N даетъ 4,716 единицъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Другой рядъ опытовъ, выполненныхъ въ большемъ масштабѣ, при которыхъ одновременно подвергалось обработкѣ 2—4 литра клоачной массы, далъ результаты, относительно выходовъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, не сильно уклоняющіеся отъ этой величины; эти послѣдніе опыты будутъ рассмотрѣны въ одной изъ слѣдующихъ главъ.

Прежде чѣмъ перейти къ рассмотрѣнію слѣдующаго вопроса, вопроса о количествѣ CaO , которе необходимо для максимумальнаго выдѣ-

ленія NH_3 изъ клоачной массы, я долженъ еще остановиться на данныхъ сообщенныхъ уже нѣсколько раньше. Цифровой матеріаль, приведенный для иллюстраціи вліянія на выходъ N суммарнаго и послѣдовательнаго выдѣленія NH_3 , можетъ дать поводъ придти къ заключенію, что нагрѣваніе жидкости путемъ пропусканія пара вліяетъ въ сторону увеличенія выходовъ NH_3 по сравненію съ кипяченіемъ ея. При второмъ опытѣ, гдѣ примѣнялось пропусканіе пара, получились бѣлыя количества N какъ при суммарномъ, такъ и при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 , чѣмъ въ опытѣ первомъ, при которомъ производилось кипяченіе жидкости. Но въ дѣйствительности различія эти обуславливались не способомъ нагрѣванія, а неоднородностью образцовъ клоачной массы, служившихъ для этихъ опытовъ, произведенныхъ въ разное время. Подтверженіемъ этого служить то, что одно изъ опредѣленій, сдѣланное одновременно со вторымъ изъ числа указанныхъ сейчасъ опытовъ и произведенное путемъ кипяченія жидкости съ CaO , безъ предварительнаго удаленія летучаго NH_3 , дало результатъ вполне совпадающій съ результатомъ этого (второго) опыта, — суммарное выдѣленіе NH_3 при пропусканіи пара дало 1,829 gr. N на 1 L. жидкости, а опредѣленіе, на которое я сейчасъ указываю, — 1,827 °) gr. на 1 L. Вообще въ тѣхъ опытахъ, которые были произведены мною, подмѣтитъ вліяніе на выходы NH_3 того и другого способа нагрѣванія жидкости (пропусканіе пара и кипяченіе) не удалось.

Помимо сообщенныхъ уже данныхъ имѣются еще два опыта относящихся къ тому-же вопросу—о выходѣ амміака. Однимъ изъ нихъ имѣлось въ виду выяснитъ вліяніе NaCl при перегонкѣ клоачной массы съ CaO , такъ какъ есть указаніе *Nast'a*†), что прибавленіе 2% NaCl при кипяченіи съ известью (5%) въ автоклавѣ подъ давленіемъ 8 атмосферъ содержащихъ N органическихъ веществъ даетъ возможность весь содержащейся въ нихъ N получать въ формѣ NH_3 , въ то время какъ безъ прибавленія NaCl удастся перевести въ NH_3 не большіе половины всего азота. Второй опытъ былъ поставленъ съ цѣлью выяснитъ вопросъ,—нельзя-ли при перегонкѣ клоачной жидкости замѣнить CaO болѣе дешевымъ CaCO_3 . Ни тотъ, ни другой опытъ не далъ положительныхъ, имѣющихъ значеніе для практики, результатовъ.

Перегонка съ прибавленіемъ NaCl была сдѣлана дважды. Въ одномъ случаѣ попутно съ опытомъ, при которомъ опредѣлялось количество CaO необходимое для выдѣленія maximum'a NH_3 , была сдѣлана перегонка (безъ парнаго опредѣленія) 100 куб. с. клоачной жидкости съ прибавленіемъ 2 gr. NaCl и 50 куб. сант. 10% известковаго молока, въ которыхъ слѣдовательно содержалось 5 gr. CaO ; при перегонкахъ-же безъ NaCl количество CaO было значительно меньше. Въ другомъ случаѣ количества CaO были взяты одинаковыя (по 1,5 gr.) какъ при перегонкахъ съ прибавленіемъ NaCl , такъ и безъ него; послѣд-

6) Анализъ № 59. „Аналит. приложенія“.

7) Ch. Industrie, 1888, стр. 36.

ній прибавлялся въ количествѣ 5 гр. Количества выдѣлившагося въ формѣ NH_3 азота таковы:

	О п ы т ь:	
	I.	II.
	Количество N въ гр. на 1 L. жидкости.	
Перегонка съ CaO	(55—56) 1,860	(59) 1,827
„ „ $\text{CaO} + \text{NaCl}$	1,878 ⁸⁾	(60) 1,849

Несмотря на различныя абсолютныя количества NaCl и на различное соотношеніе между CaO и NaCl въ этихъ двухъ опытахъ результаты получились очень близкіе; въ первомъ опытѣ прибавка отъ NaCl составляетъ 0,018 гр. N на 1 L. или 0,97%, во второмъ—0,022 гр. или 1,20%; въ среднемъ прибавка равна 1,09% по отношенію къ выдѣленному известью N; по отношенію же къ общему количеству N, заключаемуся въ жидкости, первый опытъ далъ прибавку въ 0,72%, второй 0,88%; въ среднемъ прибавка составляла 0,80%.

Перегонка съ CaCO_3 дала подобныя же плачевныя результаты,—выдѣлился почти одинъ только N «летучаго» NH_3 ; на 1 L. жидкости выдѣлилось 0,994⁹⁾ гр. N, а при опредѣленіяхъ «летучаго» амміака, произведенныхъ за нѣсколько дней до этой перегонки, получилось въ среднемъ 0,956¹⁰⁾ гр. N на 1 L. Дѣйствіе CaCO_3 , если считать на общее количество N въ жидкости, сказалось увеличеніемъ выхода N по сравненію съ количествомъ азота «летучаго» NH_3 всего лишь на 1,51%, въ то время какъ CaO обычно выдѣлялъ кромѣ «летучаго» NH_3 еще свыше 30% N. Строго говоря даже и эту прибавку въ 1,51% нужно поставить подъ сомнѣніе, такъ какъ въ одномъ изъ парныхъ опредѣленій (анализъ 77-ой) «летучаго» NH_3 получилось то-же самое количество N, какъ и при перегонкѣ съ CaCO_3 .

Что касается NaOH , опытъ съ которымъ былъ приведенъ выше, то хотя увеличеніе выхода N по сравненію съ дѣйствіемъ CaO и составило довольно значительную величину,—3,21% отъ общаго N,—но во всякомъ случаѣ эта прибавка не такова, чтобы можно было думать о замѣнѣ, на практикѣ, CaO ѣдкимъ натромъ, стоимость котораго во много разъ превышаетъ цѣну извести.

Перехожу теперь къ разсмотрѣнію полученныхъ данныхъ, относящихся ко второму изъ числа поставленныхъ на разрѣшеніе вопросовъ, а именно вопросу о количествѣ CaO необходимомъ для выдѣленія изъ клоачной массы максимумальнаго количества амміака.

Этотъ вопросъ аналогично первому, разбивается на два частныхъ вопроса: первый.—опредѣленіе количества CaO нужнаго для выдѣленія изъ клоачной жидкости максимумальнаго количества NH_3 безъ предварительнаго удаленія «летучаго» NH_3 , и, второй, опредѣленіе ко-

⁸⁾ Этотъ анализъ какъ непарный не помѣщенъ въ „Аналит. приложенія“.

⁹⁾ Анализъ 72-й „Аналит. приложенія“.

¹⁰⁾ Среднее изъ анализовъ 76, 77, 78 и 79 „Аналит. приложенія“.

личества СаО необходимаго для выдѣленія только суммы азота нелетучихъ солей аммонія и N отщепляемаго СаО отъ органическихъ соединений; въ этомъ послѣднемъ случаѣ азотъ «летучаго» NH_3 долженъ быть предварительно удаленъ изъ жидкости.

Въ литературѣ я не встрѣтилъ точныхъ указаній на соотношеніе между составомъ клоачной массы и количествомъ СаО нужнымъ для извлеченія изъ нея NH_3 . Относящіяся сюда данныя ограничиваются сообщеніемъ только количества СаО обычно потребляемыхъ при томъ или иномъ способѣ переработки клоачной жидкости, при работѣ на томъ или иномъ аппаратѣ. Такъ *C. Vincent* указываетъ, что при работѣ на одномъ изъ аппаратовъ *Chevalet* требуется, для разложенія нелетучихъ солей (*les sels fixes*), отъ 6 до 7¹¹⁾ klg. извести на 1 куб. метръ жидкости; на другомъ аппаратѣ, бѣльшаго размѣра, потребление извести колеблется отъ 4 до 6 klg. на 1 куб. метръ¹²⁾; аппаратъ *P. Mallet* требуетъ 8 klg. СаО¹³⁾. На томъ и на другомъ аппаратѣ выдѣленіе NH_3 ведется послѣдовательное и известь прибавляется къ жидкости уже послѣ удаленія изъ нея «летучаго» амміака. У *Vogel*'я есть данныя относительно расхода извести при одновременномъ (суммарномъ) выдѣленіи NH_3 изъ клоачной массы; по этимъ даннымъ, полученнымъ при массовой переработкѣ клоачной жидкости въ Амстердамѣ, количества потребленной извести колебались въ разные годы отъ 9,28 до 14,10 klg. на 1 куб. метръ жидкости, при чемъ *Vogel* считаетъ эти количества чрезмѣрными и указываетъ, что достаточно брать 0,5% СаО, чтобы извлечь 98% амміачнаго азота, заключающагося въ жидкости¹⁴⁾.

Въ виду такихъ неопредѣленныхъ указаній на этотъ счетъ, указаній, не дающихъ возможности, зная составъ клоачной массы, опредѣлить необходимое для извлеченія NH_3 количество СаО, мною были поставлены опыты перегонки изслѣдуемой жидкости съ постепенно возрастающими количествами СаО. Опыты эти распадаются на двѣ группы соотвѣтственно тѣмъ двумъ вопросамъ, которые были указаны выше. Въ каждую группу входятъ два ряда опредѣленій,—одинъ относящійся къ первой пробѣ клоачной массы, другой—къ второй пробѣ.

Для опредѣленія количества извести достаточнаго для извлеченія изъ клоачной жидкости maximum'a NH_3 при *одновременномъ, суммарномъ* вытѣсненіи его были взяты, при опытахъ съ первой пробой клоачной массы, количества СаО, колебавшіяся по отдѣльнымъ опредѣленіямъ отъ 2,5 до 17,5 gr. по расчету на 1 L. жидкости, т. е. охватывали собою maximum и minimum, указанные *Vogel*'емъ¹⁵⁾. Кромѣ

11) *C. Vincent*, *Industrie des produits ammoniacaux*, 1884, стр. 33.

12) Тамъ-же, стр. 35.

13) Тамъ-же, стр. 37.

14) *Vogel*, *Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe*, 1896, стр. 401 и слѣд.

15) Граммы на 1 L. по числовому значенію соотвѣтствуютъ килограммамъ на 1 куб. метръ.

того, была сдѣлана еще перегонка жидкости безъ прибавленія СаО, т. е. былъ выдѣленъ только одинъ «летучій» NH_3 . При всѣхъ перегонкахъ клоачная жидкость была взята въ количествѣ 100 куб. сан.; известъ въ формѣ 10% известковаго молока. Результаты опыта слѣдующіе:

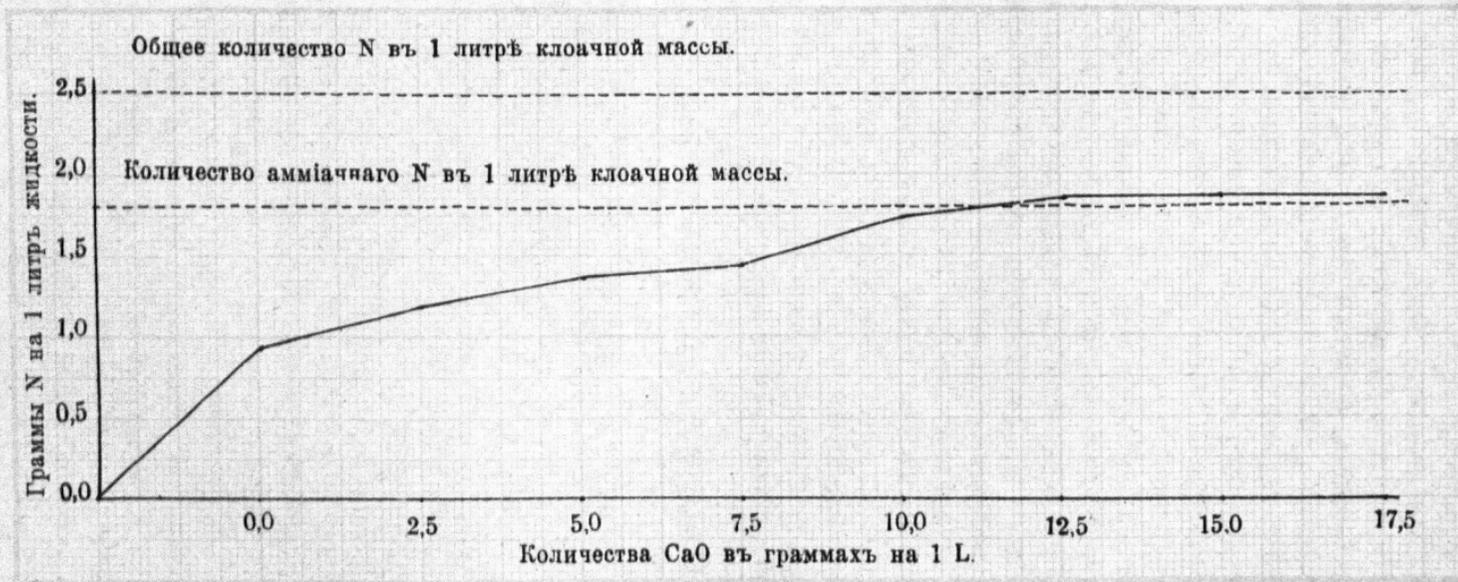
Количество СаО взятаго для перегонки по расчету на 1 L. жидкости.	Количество выдѣлив- шагося N
0,0 gr.	0,935 gr. (74). ¹⁶⁾
2,5 "	1,171 " (50).
5,0 "	1,349 " (51).
7,5 "	1,414 " (52).
10,0 "	1,727 " (53).
12,5 "	1,856 " (54).
15,0 "	1,860 " (55).
17,5 "	1,860 " (56).

Данныя эти показываютъ, что для выдѣленія maximum'a NH_3 изъ первой пробы клоачной массы при суммарномъ вытѣсненіи его достаточно 12,5 gr. СаО на 1 L. жидкости; дальнѣйшее увеличеніе его не вызываетъ уже замѣтнаго прироста NH_3 . Соотношеніе между количествомъ выдѣливагося N и количествомъ общаго и амміачнаго N, заключавшагося въ жидкости, видно на діаграммѣ III-ей.

Аналогичный опытъ со второй пробой клоачной массы прошелъ далеко не такъ гладко. Такъ какъ эта проба была значительно богаче азотомъ, въ ней было больше и амміачнаго азота, то, предполагая, какъ потомъ оказалось ошибочно, что для вытѣсненія изъ нея maximum'альнаго количества NH_3 необходимо во всякомъ случаѣ не меньшее количество СаО чѣмъ для первой пробы, я сократилъ въ этомъ опытѣ число градцій для количествъ СаО и ограничился только тремя перегонками, при которыхъ было прибавлено къ перегоняемой жидкости, по расчету на 1 L.,—12,5 gr., 15,0 gr. и 17,5 gr. СаО. Всѣ три перегонки дали, какъ показываютъ приводимыя ниже данныя, почти одинаковые выходы NH_3 ; небольшія различія между отдѣльными опредѣленіями вполнѣ могутъ быть объяснены неоднородностью образцовъ жидкости и, такимъ образомъ, искомой величины для СаО найдено не было. Въ виду этого были сдѣланы новыя перегонки (также въ числѣ трехъ), но уже съ меньшими количествами СаО,—5,0 gr., 7,5 gr. и 10,0 gr. на 1 L. жидкости. На этихъ перегонкахъ вліяніе возрастающаго количества СаО сказалося вполнѣ опредѣленно: maximum NH_3 получился при 10,0 gr. СаО, minimum—при 5,0 gr.; промежуточное количество СаО (7,5 gr.) дало и выходъ NH_3 , занимающей по величинѣ нѣкоторое среднее положеніе, очень близкое къ maximum'у. Словомъ, эти величины при сравненіи ихъ между собою являются вполнѣ понятными, но сопостав-

¹⁶⁾ №№ анализовъ „Аналит. приложенія“.

Количество N выдѣленного въ формѣ NH_3 при кипяченіи клоачной массы.



лепіе ихъ съ данными предыдущихъ перегонкъ приводитъ къ совершенно неожиданному результату,—указываетъ на существованіе для СаО какого-то optimum'a, соответствующаго maximum'у выхода амміака. Дѣло въ томъ, что при 10,0 гр. СаО и даже при 7,5 гр. количество выдѣляющагося N значительно превышаетъ выходы NH₃, полученные при большіхъ количествахъ СаО. Вначалѣ явилось предположеніе нельзя-ли объяснить указанную невязку между найденными величинами измѣненіями въ составѣ клоачной жидкости, такъ какъ тѣ двѣ группы анализовъ, о которыхъ идетъ сейчасъ рѣчь, были произведены не одновременно, а раздѣлены между собою четырехдневнымъ промежуткомъ; но послѣдующія перегонки дали результаты не подтверждающіе возможность такого объясненія. При перегонкахъ, сдѣланныхъ на другой-же день послѣ второй серіи опытовъ, были взяты вновь тѣ-же количества СаО, какъ и при первыхъ опытахъ (12,5 и 15,0 гр. на 1 L.), и вновь получились аналогичные результаты; эти количества СаО выдѣлили меньше N, чѣмъ 10,0 гр. извести; наконецъ, было сдѣлано еще два опредѣленія,—при одномъ изъ нихъ взято 10 гр. СаО, при другомъ—25,0 гр.; результатъ получился тотъ-же,—10 гр. СаО выдѣлили больше N, чѣмъ 25,0 гр. ея. Словомъ всѣ эти перегонки какъ-бы подтверждаютъ существованіе для СаО въ этомъ процесѣ извѣстнаго optimum'a, найти объясненіе которому въ настоящее время я затрудняюсь. Количества N выдѣленные при всѣхъ указанныхъ сейчасъ перегонкахъ были слѣдующія:

Количество СаО въ гр. на 1 L. жидкости.	Количество выдѣлившагося N въ гр. на 1 L.:				
	1-я группа перегонки.	2-я группа перегонки.	3-я группа перегонки.	4-я группа перегонки.	Общій свѣд- ка данныхъ.
5,0	—	1,969	—	—	1,969
7,5	—	2,259	—	—	2,259
10,0	—	2,272	—	2,291	2,282
12,5	2,179 ¹⁷⁾	—	2,184	—	2,182
15,0	2,181	—	2,211	—	2,186
17,5	2,190	—	—	—	2,190
25,0	—	—	—	2,234	2,234

Какъ видимъ наибольшее количество N выдѣлялось при 10,0 гр. СаО на 1 L. жидкости, при чемъ результаты повторныхъ перегонкъ какъ въ этомъ случаѣ, такъ и, въ случаяхъ обработки жидкости 12,5 гр. и 15,0 гр. СаО, соответственно очень близки между собою; нѣсколько особнякомъ только стоитъ количество N, выдѣлившееся при 25 гр. СаО

Во всякомъ случаѣ этотъ опытъ опредѣленно указываетъ, что при суммарномъ выдѣленіи NH₃ изъ второй пробы клоачной массы для извлеченія maximum'a N достаточно 10 гр. СаО на 1 L.

¹⁷⁾ Анализы, относящіеся къ этой таблицѣ, помѣщены въ „Аналит. приложенія“ подъ №№ съ 61-го по 70-ый.

Итакъ двѣ пробы наслѣдуемой жидкости, содержащія различныя количества N, требуютъ и различныхъ количествъ СаО для извлеченія изъ нихъ maximum'a азота (при одновременномъ выдѣленіи NH₃),— первая 12,5 gr. на 1 L. жидкости, вторая—10 gr. Конечно, этихъ двухъ данныхъ далеко недостаточно, чтобы пытаться установить какую-либо связь между содержаніемъ N и количествомъ извести, которымъ можно извлечь maximum NH₃, тутъ, конечно, играетъ роль не одинъ азотъ, а и другія составныя части жидкости, но тѣмъ не менѣе не могу не отмѣтить, что въ данномъ случаѣ наблюдается нѣкоторый параллелизмъ между количествомъ СаО и количествомъ N «связаннаго» NH₃, при отнесеніи того и другого къ опредѣленному объему жидкости (1 L.). Для первой пробы ¹⁸⁾ это соотношеніе составляетъ 12,5 : 0,871 = 14,4, для второй 10 : 0,678 = 14,7. Весьма возможно, конечно, что это только случайное совпаденіе; трудно допустить, чтобы количество «летучаго» NH₃ не оказывало вліяніе на потребность въ извести.

Что касается количества СаО необходимаго для выдѣленія изъ клоачной массы не всего NH₃, а только NH₃ нелетучихъ амміачныхъ солей и NH₃ отщепляемаго СаО отъ органическихъ соединеній, т. е. случая, который имѣетъ мѣсто при *последовательно* извлеченіи амміака изъ клоачной жидкости, то опредѣленіе его (количества СаО) производилось путемъ опытовъ, аналогичныхъ сейчасъ приведеннымъ, но только передъ перегонкой жидкости съ СаО, количества котораго были различны для разныхъ перегонокъ, изъ нее удалялся путемъ кипяченія летучій амміакъ. Всѣ относящіяся къ этимъ опытамъ данныя сведены въ слѣдующую таблицу:

Количество СаО.	Количество N выдѣленнаго СаО.	Количество N летучаго NH ₃ .	Выдѣлено N въ суммѣ.
Граммъ на 1 L. жидкости.			
Проба I-я.			
2,5	0,861 (87) ¹⁹⁾	0,965 (76)	1,826
5,0	0,888 (88)	0,968 (77)	1,856
7,5	0,900 (89)	0,949 (78)	1,849
10,0	0,895 (90)	0,952 (78)	1,847
Проба II-я.			
2,5	0,690 (92)	1,456 (82)	2,146
5,0	0,814 (93)	1,490 (83)	2,304
7,5	0,827 (94)	1,423 (84)	2,250

¹⁸⁾ Для первой и второй пробы количества N «связаннаго» NH₃ взяты для тѣхъ порцій клоачной массы, которыя служили для данныхъ опытовъ съ СаО.

¹⁹⁾ №№ анализовъ „Аналит. приложивій“.

Хотя первые двѣ графы этой таблицы и указываютъ на соотношеніе между количествами взятаго для перегонки СаО и количествами полученнаго N, но данныя эти недостаточны для опредѣленія искомаго количества СаО,—необходимо принять еще во вниманіе азотъ «летучаго» NH_3 , выдѣленный во время предварительнаго кипяченія жидкости. Необходимость эта вызывается слѣдующимъ обстоятельствомъ. Я уже отмѣчалъ, что при опредѣленіяхъ N «летучаго» NH_3 получаются сильно колеблющіеся результаты; эти колебанія, мнѣ кажется, нельзя относить всецѣло на счетъ неоднородности образцовъ клоачной массы; неоднородность, конечно, сказывается на результатахъ, но помимо этого необходимо считаться съ характеромъ самого процесса выдѣленія «летучаго» NH_3 при кипяченіи или, правильнѣе, выпариваніи клоачной массы и, являющимися вслѣдствіе этого, погрѣшностями анализа. Дѣло въ томъ, что выдѣленіе «летучаго» NH_3 является процессомъ сильно растянутымъ во времени,—при кипяченіи жидкости выдѣляется довольно быстро только примѣрно $\frac{2}{3}$ всего количества азота «летучаго» NH_3 , остальная-же часть очень трудно поддается выдѣленію, такъ что при самомъ концѣ кипяченія, когда жидкость выпарилась почти уже до-суха, все-же выдѣляются довольно значительныя количества N (см. діаграмму IV). Вслѣдствіе этого выборъ момента прекращенія перегонки долженъ оказывать замѣтное вліяніе на результаты анализа. Въ данныхъ опытахъ при выдѣленіи «летучаго» NH_3 жидкость перегонялась почти по-суха, т. е. въ колбахъ оставлялось всего лишь нѣсколько куб. сан. жидкости, которая получалась въ видѣ густой, малоподвижной массы; само собой понятно, что полнаго совпаденія въ выборѣ момента окончанія перегонки для разныхъ анализовъ быть не могло; весьма возможно, что при нѣкоторыхъ опредѣленіяхъ перегонка была прекращена нѣсколько ранѣе того, чѣмъ это слѣдовало-бы, и въ этихъ случаяхъ часть «летучаго» NH_3 оставалась невыдѣленной и при дальнейшей перегонкѣ жидкости съ СаО увеличивала собою ту величину, которая должна соответствовать суммѣ N нелетучихъ солей аммонія и отщепляемаго СаО отъ органическихъ соединений. Но съ другой стороны, необходимо отмѣтить, что количества «летучаго» NH_3 , остающагося невыдѣленнымъ, не на столько велики, чтобы могли замѣтнымъ образомъ повліять на количество СаО, употребляемаго для послѣдующей отгонки остальныхъ формъ азота, и поэтому не могутъ служить источникомъ ошибки при опредѣленіи искомаго количества СаО, а вносятъ только, также какъ и неоднородность образцовъ клоачной жидкости, нѣкоторую неясность въ цифровой матеріалъ. Попытка примѣнить для выдѣленія «летучаго» NH_3 кипяченіе съ обратнымъ холодильникомъ оказалась неудачной, такъ какъ послѣ продолжительнаго кипяченія все еще остается въ жидкости значительное количество его. Вообще кипяченіе съ обратнымъ холодильникомъ является непримѣнимымъ для извлеченія NH_3 изъ клоачной массы,—процессъ не можетъ быть доведенъ до конца; около

20% N остаются неизвлеченными какъ-бы долго не производилось кипяченіе. Подробнѣе объ опытѣ, относящемся къ этому вопросу, будетъ сказано въ слѣдующей главѣ. Не дали удовлетворительныхъ результатовъ также и нѣкоторые другіе приемы, которые я пробывалъ примѣнить для выдѣленія «летучаго» NH_3 , и поэтому я остановился на способѣ, который былъ указанъ выше. Но такъ какъ при этомъ способѣ не исключена возможность неполнаго выдѣленія «летучаго» NH_3 и, слѣдовательно, при нѣкоторыхъ анализахъ, часть его могла выдѣляться совмѣстно съ N, извлекаемымъ изъ жидкости известью, то, для опредѣленія количества СаО достаточнаго для полнаго выдѣленія N нелетучихъ солей аммонія и N отщепляемаго СаО отъ органическихъ соединений, необходимо сравнивать между собою не только количества N, выдѣленнаго СаО, но и суммы N, извлеченнаго и кипяченіемъ и послѣдующей отгонкой съ известью, т. е. величины, приведенныя въ послѣдней (правой) графѣ указанной выше таблицы.

Сравненіе цифрового матеріала этой таблицы указываетъ прежде всего на рѣзкое различіе между количествами N, выдѣлившимися, какъ въ первой, такъ и во второй пробѣ жидкости, при перегонкѣ ея съ 2,5 gr. извести и количествами его, полученными при употребленіи большихъ дозъ СаО. Если вести сравненіе по количеству N, выдѣленному СаО (вторая вертикальная графа таблицы), то въ первой пробѣ при увеличеніи количества СаО съ 2,5 gr. до 5,0 gr. количество N возрасло на 27 mgr. на 1 L., а во второй пробѣ на 124 mgr. При сравненіи общихъ количествъ N, выдѣленныхъ въ этихъ опытахъ (четвертая графа), разница для первой пробы получается почти та-же самая (30 mgr.), но для второй составляетъ значительно большую величину,—158 mgr на 1 L.; это обусловливается тѣмъ, что изъ этой порціи клоачной массы, до обработки ея СаО, было извлечено максимумальное количество «летучаго» NH_3 (1,490 gr. N на 1 L.). Что касается количествъ N, выдѣленныхъ при употребленіи СаО свыше 5,0 gr. на 1 L. жидкости, то тутъ замѣчается слѣдующее: какъ въ первой пробѣ жидкости, такъ и во второй, увеличеніе количества СаО съ 5,0 gr. до 7,5 gr. на 1 L. влечетъ за собою возрастаніе и количествъ N, выдѣленныхъ при перегонкахъ съ известью. Но, съ одной стороны, прибавки, полученныя при этихъ перегонкахъ (анализъ 89-ый и 94-ый), не велики,—12 mgr. на 1 L. для первой пробы и 13 mgr. для второй; съ другой стороны, количества N «летучаго» NH_3 , выдѣленныя изъ этихъ-же самыхъ порцій жидкости, меньше тѣхъ, которыя были извлечены изъ порцій, служившихъ для опытовъ съ 5 gr. СаО; такъ что суммарныя количества N въ образцахъ, перегонявшихся съ 7,5 gr. СаО на 1 L., получились даже меньше, чѣмъ при соответствующихъ перегонкахъ съ 5,0 gr. СаО. То-же самое соотношеніе между количествами N «летучаго» NH_3 и N, выдѣленнаго СаО, наблюдается и при сравненіи данныхъ, полученныхъ для первой пробы жидкости, при перегонкахъ съ 7,5 gr. и съ 10,0 gr. СаО. Словомъ, гдѣ меньше выдѣлено «летучаго» NH_3 , тамъ больше по-

лучено N при послѣдующей отгонкѣ съ известью. Это соотношеніе приложимо ко всему цифровому матеріалу, относящемуся къ перегонкамъ, при которыхъ употреблялось пять и свыше пяти граммовъ извести на 1 L. жидкости. Поэтому тѣ небольшія увеличенія въ количествахъ азота, выдѣленнаго CaO, которыя наблюдаются при увеличеніи количествъ этого послѣдняго съ 5,0 г. до 7,5 г., скорѣе должны быть отнесены на счетъ «летучаго» NH_3 , оставшагося невыдѣленнымъ, чѣмъ приписаны дѣйствию извести. Подтвержденіемъ этого служатъ суммарныя количества азота, приведенныя въ послѣдней графѣ таблицы, сопоставленіе которыхъ съ количествами CaO показываетъ, что увеличеніе количествъ этого послѣдняго сверхъ 5,0 г. не влечетъ уже за собою прибавокъ азота.

Поэтому можно принять, что для извлеченія изъ клоачной массы, служившей для опытовъ, maximum'a азота, сверхъ N «летучаго» амміака, достаточно 5-ти г. CaO на 1 L. жидкости, т. е. вдвое меньше, чѣмъ требуется при одновременномъ, суммарномъ выдѣленіи амміака (10,0 — 12,5 г.). Этотъ выводъ вполне согласуется и съ теоретическимъ расчетомъ: въ изслѣдуемой жидкости азотъ «летучаго» NH_3 составляетъ примѣрно половину того количества N, которое можно извлечь изъ нея при данномъ способѣ обработкѣ ея, и, слѣдовательно, послѣ удаленія «летучаго» амміака, потребность въ CaO должна также уменьшиться на половину.

Итакъ, способъ послѣдовательнаго извлеченія NH_3 , поскольку, конечно, вообще можно судить объ этомъ на основаніи данныхъ лабораторныхъ опытовъ, не только даетъ большіе выходы N, чѣмъ одновременное выдѣленіе его, но и требуетъ при этомъ значительно меньшихъ количествъ извести, такъ что и съ той и съ другой точки зрѣнія являются экономически болѣе выгоднымъ. Но для окончательнаго рѣшенія этого послѣдняго вопроса необходимо еще принять во вниманіе продолжительность времени, въ теченіи котораго нужно вести обработку жидкости при томъ и другомъ способѣ, такъ какъ съ этимъ связаны большій или меньшій расходъ на топливо.

Изложенное въ этой главѣ можно резюмировать въ слѣдующихъ положеніяхъ:

1. Количество N, которое можно извлечь, какъ maximum, въ формѣ амміака изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, составляетъ, по даннымъ лабораторнымъ опытамъ, 2,099 г. на 1 L. жидкости, что соответствуетъ 9,90 kg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на 1 куб. м. клоачной массы. Указанное количество N составляетъ примѣрно около 77% отъ общаго количества его въ жидкости.

2. Изъ общаго количества N, извлекаемаго изъ клоачной жидкости, больше половины (58,40%) приходится на долю «летучаго» амміака; 36,29% принадлежитъ нелетучимъ солямъ аммонія, а остальное количество (5,31%) отщепляется отъ органическихъ соединеній.

3. Последовательное извлечение NH_3 из клоачной массы дает больший выход его, чем одновременное (суммарное) выделение его.

4. Для извлечения из исследуемой жидкости maximum'a NH_3 при суммарном выделении его необходимо от 10,0 до 12,5 гр. CaO на 1 л. жидкости, а при последовательном выделении достаточно 5,0 гр. CaO .

ГЛАВА III.

Скорость выдѣленія амміана изъ клоачной массы.

Чтобы подойти къ рѣшенію вопроса о времени, въ теченіи котораго нужно вести обработку клоачной массы для извлеченія изъ нее NH_3 , были сдѣланы опредѣленія скорости выдѣленія NH_3 , какъ при одновременномъ, такъ и при послѣдовательномъ извлеченіи его изъ клоачной массы, т. е. опредѣлена послѣдовательность въ процессѣ выдѣленія: 1) азота «летучаго» NH_3 ; 2) суммы N нелетучихъ амміачныхъ солей и N отщепляемаго CaO отъ органическихъ соединений и, наконецъ, 3) — скорость процесса при одновременномъ выдѣленіи въ формѣ NH_3 всѣхъ этихъ трехъ видовъ азота. Такъ какъ ближайшей цѣлью этихъ опытовъ было полученіе данныхъ, на основаніи которыхъ можно было-бы сравнить между собою скорости выдѣленія NH_3 , въ трехъ указанныхъ выше случаяхъ, т. е. найти соотношеніе между этими скоростями и, такъ какъ, съ другой стороны, скорость выдѣленія NH_3 , какъ и скорость всякой другой реакціи, находится въ тѣсной зависимости отъ тѣхъ условій, при которыхъ она совершается, и слѣдовательно при измѣненіи условій можетъ мѣняться и соотношеніе между скоростями, то каждое изъ этихъ трехъ опредѣленій произведено какъ при кипяченіи клоачной жидкости, при которомъ она выпаривалась до-суха, такъ и при пропусканіи черезъ нее пара, т. е. при двухъ рѣзко отличныхъ между собою условіяхъ. Въ томъ и другомъ случаѣ для опредѣленія скорости выдѣленія NH_3 производился дробный учетъ его, т. е. во время перегонки, черезъ опредѣленные промежутки, производилась смѣна пріемниковъ съ H_2SO_4 и опредѣлялись количества NH_3 , выдѣлявшіяся въ теченіи этихъ промежуточныхъ времени. При отгонкахъ NH_3 путемъ кипяченія, смѣна пріемниковъ производилась черезъ каждыя 5 минутъ; при пропусканіи-же черезъ жидкость паровъ воды пріемники смѣнялись черезъ большіе промежутки времени, такъ какъ при этихъ условіяхъ процессъ выдѣленія NH_3 шель значительно медленнѣе. Всѣ эти опыты относятся къ первой пробѣ клоачной жидкости, которая бралась для перегонки въ количествѣ 200 куб. сан. Начну съ писанія опытовъ, при которыхъ отгонка производилась путемъ кипяченія жидкости.

Въ этихъ опытахъ смѣна пріемниковъ, чѣмъ эти опыты только и отличаются отъ обычныхъ перегонки, производилась слѣдующимъ

образомъ. Передъ началомъ отгонки заготавливались въ достаточномъ числѣ небольшія (300 к. с.) эрленмейеровскія колбы съ титрованной H_2SO_4 , при чемъ въ каждой колбѣ имѣлась своя отдѣльная стеклянная трубка, служившая для соединенія приѣмника съ холодильникомъ перегоннаго аппарата (обычнаго типа). При смѣнѣ приѣмныхъ колбъ мѣнялись вмѣстѣ съ ними и трубки, которыя всѣ имѣли одинаковую длину разечитанную такимъ образомъ, что, когда нижній конецъ трубки впущенъ въ титрованную H_2SO_4 и почти касается дна колбы, верхній конецъ не доходитъ до нижняго конца холодильника примѣрно на 0,5 сант.; на нижніе концы трубокъ, которыми онѣ опускались въ H_2SO_4 , надѣвались небольшіе обрѣзки каучуковыхъ трубокъ, при чемъ послѣднія нѣсколько выступали за края стеклянныхъ трубокъ. На нижнемъ концѣ трубки холодильника имѣлась резиновая трубка, служившая для присоединенія приѣмныхъ трубокъ; эти послѣднія присоединялись такъ, чтобы между ними и окончаніемъ холодильника оставался промежутокъ примѣрно въ полъ-сантиметра. При наступленіи срока смѣны приѣмника, каучуковая трубка, соединяющая холодильникъ съ приѣмной трубкой, въ томъ мѣстѣ, гдѣ имѣется промежутокъ между ними, плотно зажималась двумя пальцами и, путемъ надавливанія на приѣмную трубку, эта послѣдняя выпихивалась изъ каучуковой трубки и падала въ приѣмную колбу; тотчасъ-же подставлялась новая приѣмная колба и присоединялась къ холодильнику, находящаяся въ этой колбѣ, приѣмная трубка и уже только послѣ этого каучуковая трубка разжималась. Надѣтые на нижніе концы приѣмныхъ трубокъ обрѣзки каучуковъ служили для того, чтобы предупредить возможное при паденіи трубокъ растрескиваніе приѣмныхъ колбъ.

Во всѣхъ, относящихся къ этой группѣ, опытахъ (съ кипяченіемъ жидкости) взятая проба соотвѣтствуетъ слѣдующимъ срокамъ: 1-ая проба соотвѣтствуетъ промежутку времени отъ начала нагрѣванія жидкости до момента начала кипѣнія; при одной изъ перегонокъ промежутокъ этотъ составилъ 5 мин., при двухъ другихъ—6 минутъ; 2-ая проба соотвѣтствуетъ первымъ 5-ти минутамъ кипѣнія; 3-ья—вторымъ 5-ти минутамъ, 4-ая—третьимъ 5-ти минутамъ кипѣнія жидкости и т. д. Отступленія отъ этихъ сроковъ дѣлались только при самомъ концѣ перегонки, когда не оставалось времени для смѣны приѣмниковъ, такъ какъ приходилось внимательно слѣдить за самымъ процессомъ перегонки, чтобы во-время прекратить ее и не допустить начала сухой перегонки содержимаго колбъ. Благодаря этому при двухъ перегонкахъ послѣднія пробы соотвѣтствуютъ 8-ми минутамъ кипѣнія и только въ одномъ случаѣ окончаніе 5-ти минутнаго срока совпало съ окончаніемъ самой перегонки. Общее число пробъ колеблется по отдѣльнымъ перегонкамъ отъ 7 до 9: при суммарномъ выдѣленіи NH_3 перегонка закончилась въ 36 мин., взято 7 пробъ; при опредѣленіи скорости выдѣленія «летучаго» NH_3 —въ 44 мин., взято 8 пробъ, и при выдѣленіи суммы N нелету-

чихъ амміачныхъ солей и азота, отщепляемаго СаО отъ органическихъ соединений, отгонка закончилась въ 48 мин., при чемъ было взято 9 пробъ. Во всѣхъ случаяхъ перегонка производилась до-суха. Известь, которая употреблялась въ формѣ известковаго молока, прибавлялась въ избыткѣ.

Одновременно съ этими перегонками, при которыхъ производился подробный учетъ N, велись, на томъ-же самомъ аппаратѣ, параллельныя имъ перегонки съ обычнымъ учетомъ выдѣлявшагося NH₃. Никакихъ иныхъ различій, кромѣ способа учета, между этими параллельными опредѣленіями не было.

Не смотря на крайнюю простоту, чтобы не сказать примитивность, примѣннаго мною способа подробнаго учета N, онъ далъ вполне удовлетворительные результаты, насколько можно судить объ этомъ, сравнивая между собою параллельныя опредѣленія. Количества N, выдѣленные изъ 200 к. с. жидкости и учтенныя тѣмъ и другимъ способомъ, различаются между собою только въ третьемъ десятичномъ знакѣ, что лежитъ уже, вслѣдствіе неоднородности исходнаго матеріала, въ предѣлахъ точности анализа; хотя въ общемъ можно подмѣтить у подробнаго учета нѣкоторую тенденцію къ повышенію результатовъ; вотъ относящіяся сюда данныя:

№ анализа.	Способъ учета.	
	Дробный.	Суммарный.
57	0,3590 гр.	0,3580 гр.
75	0,1862 „	0,1858 „
91	0,1829 „	0,1811 „

Результаты полученные при подробномъ учетѣ N сведены въ три таблицы,—II, III и IV. Въ этихъ таблицахъ, помимо свѣдѣній о томъ, къ какому моменту перегонки относится та или иная проба (графа 2-ая) и о времени, протекшемъ отъ начала нагрѣванія жидкости до момента взятія пробы (графа 3-ья), приведены въ куб. сан. количества затраченной для связыванія выдѣлившагося NH₃ титрованной H₂SO₄¹⁾ (графа 4-я); абсолютныя количества N, найденныя въ каждой пробѣ (графа 5-я) и тѣ-же количества, перечисленныя на 1 L. жидкости (графа 6-я); далѣе помѣщены количества N, выдѣлившіяся отъ начала нагрѣванія до момента взятія каждой изъ пробъ, по расчету на 1 L. жидкости (графа 7-я); затѣмъ въ нихъ показано: какой % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время перегонки, составляютъ количества его, заключавшіяся въ каждой пробѣ (графа 8-я), и какой процентъ тѣ-же количества составляютъ отъ общаго количества азота, выдѣлившагося отъ начала нагрѣванія до момента взятія каждой изъ пробъ, въ % отъ количества его, извлеченнаго за все время перегонки (графа 9-я), и въ % отъ общаго количества его, заключавшагося въ изслѣдуемой жидкости (графа 11-я).

¹⁾ 1 куб. сан. H₂SO₄=0,01429 гр. N.

Таблица II.

Скорость выдѣления NH_3 при кипяченіи клоачной массы съ $\text{Ca}(\text{OH})_2$

№ а р о б ъ.	Время взятія пробы.	Время въ мѣнутахъ, считая отъ начала нагреванія.	Чисто куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Г р а м м ы.			П р о ц е н т ы.			
				Количество N въ пробѣ.	Количество N въ пробѣ по расчету на 1 л. жидкости.	Количество N, выдѣлившееся отъ начала нагреванія до момента взятія пробы, по расчету на 1 л. жидкости.	Количество N въ пробѣ въ % отъ общей суммы N, выдѣлившееся за все время перегонки.	Количество N, выдѣлившееся отъ начала нагреванія до момента взятія пробы, въ % отъ общей суммы N, выдѣливш. за все время перег.	Количество N въ пробѣ въ % отъ общаго количества N въ жидкости.	Количество N, выдѣлившееся отъ начала нагреванія до момента взятія пробы, въ % отъ общаго колич. N въ жидк.
1	Въ моментъ начала кипѣнія	6	0,25	0,0036	0,0160	0,01-0	1,00	1,00	0,72	0,72
2	Черезъ 5 мин. послѣ начала кипѣнія . .	11	20,72	0,2961	1,4805	1,4983	82,48	83,48	58,98	59,70
3	" 10 " " " "	16	3,54	0,0506	0,2530	1,7515	14,10	97,58	10,08	69,78
4	" 15 " " " "	21	0,35	0,0050	0,0250	1,7765	1,39	98,97	1,00	70,78
5	" 20 " " " "	26	0,19	0,0027	0,0135	1,7900	0,75	99,72	0,53	71,31
6	" 25 " " " "	31	0,03	0,0004	0,0020	1,7920	0,11	99,83	0,08	71,39
7	" 30 " " " "	36	0,04	0,0006	0,0030	1,7950	0,17	100,00	0,12	71,51
С у м м а		36	25,12	0,3590	1,7950	1,7950	100,00	100,00	71,51	71,51

Примѣчаніе: Анализы № 57, „Аналит. приложенія“.

Таблица III.

Скорость выдѣленія „летучаго“ NH_3 при кипяченіи клоачной массы.

№ и пробъ.	Время взятія пробъ.	Время въ минутахъ, считая отъ начала нагреванія.	Число куб. сант. H_2SO_4 , связанныхъ NH_3 .	Г р а м м ы.			П р о ц е н т ы.			
				Количество N въ пробѣ.	Количество N въ пробѣ по расчету на 1 л. жидкости.	Количество N, выдѣлишагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробъ, по расчету на 1 л. жидкости.	Количество N выдѣлишагося за все время перегонки.	Количество N выдѣлишагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлишагося за все время перегонки.	Количество N въ пробѣ въ % отъ общего количества N въ жидкости.	Количество N, выдѣлишагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробъ, въ % отъ общего количества N въ жидкости.
1	Въ моментъ начала кипѣнія .	6	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Черезъ 5 м. послѣ нач. кипѣнія	11	7,29	0,1042	0,5210	0,5210	55,96	55,96	20,74	20,74
3	" 10 " " " "	16	2,08	0,0297	0,1485	0,6695	15,96	71,92	5,91	26,65
4	" 16 " " " "	21	1,05	0,0150	0,0760	0,7445	8,06	79,98	2,99	29,64
5	" 20 " " " "	26	0,82	0,0117	0,0585	0,8030	6,28	86,26	2,33	31,97
6	" 25 " " " "	31	0,62	0,0089	0,0445	0,8475	4,78	91,04	1,77	33,74
7	" 30 " " " "	36	0,63	0,0090	0,0450	0,8925	4,83	95,87	1,79	35,53
8	" 38 " " " "	44	0,54	0,0077	0,0385	0,9310	4,13	100,00	1,53	37,06
Сумма . . .		44	1,03	0,1862	0,9310	0,9310	100,00	100,00	37,06	37,06

Примечаніе: Анализъ № 76 „Аналит. приложенія“.

Таблица IV.

Скорость выдѣленія N нелетучихъ солей аммонія и N органическихъ соединений при кипяченіи клоачной массы съ Ca(NO)₂.

№ № пробъ.	Время взятія пробъ.	Время въ минутахъ, считая отъ начала нагреванія.	Число куб. сант. H ₂ SO ₄ связанныхъ NH ₃ .	Количество N въ пробѣ.			Количество N въ пробахъ по разсчету на 1 л. жидкости.			
				Количество N въ пробахъ по разсчету на 1 л. жидкости.			Количество N выдѣлившагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробъ, по разсчету на 1 л. жидкости.			
				Г р а м м ы .			П р о ц е н т ы .			
1	Въ моментъ начала кипѣнія	5	0,08	0,0011	0,0055	0,0055	0,60	0,60	0,22	0,22
2	Черезъ 5 м. послѣ начала кипѣнія.	10	10,32	0,1475	0,7375	0,7430	80,65	81,25	29,36	29,58
3	" 10 " " " "	15	1,62	0,0232	0,1160	0,8590	12,69	93,94	4,62	34,20
4	" 15 " " " "	20	0,26	0,0037	0,0185	0,8775	2,02	95,96	0,73	34,93
5	" 20 " " " "	25	0,13	0,0019	0,0095	0,8870	1,04	97,00	0,38	35,31
6	" 25 " " " "	30	0,08	0,0011	0,0055	0,8925	0,60	97,60	0,22	35,53
7	" 30 " " " "	35	0,09	0,0013	0,0065	0,8990	0,71	98,31	0,26	35,79
8	" 35 " " " "	40	0,08	0,0011	0,0055	0,9045	0,60	98,91	0,22	36,01
9	" 43 " " " "	48	0,14	0,0020	0,0100	0,9145	1,09	100,00	0,40	36,40
Сумма		48	12,80	0,1829	0,9145	0,9145	100,00	100,00	36,41	36,41

Примѣчаніе: Анализъ № 91 „Авалит. приложения“.

Первая изъ этихъ таблицъ (II), въ которой содержатся данныя относящіяся къ одновременному (суммарному) выдѣленію NH_3 изъ клоачной жидкости, показываетъ, что въ этомъ случаѣ процессъ начинается еще до кипѣнія жидкости и протекаетъ въ дальнѣйшемъ весьма быстро. Подавляющее количество NH_3 извлекается въ самомъ началѣ кипѣнія жидкости; такъ, въ первыя 5 минутъ кипѣнія выдѣлилось 82,48% того количества азота, которое было извлечено за все время перегонки; въ слѣдующія 5 минутъ—14,10% и, наконецъ, въ третьи 5 мин.—1,39%. Если прибавить сюда азотъ выдѣлившійся до начала кипѣнія, количество котораго было не велико.—всего лишь $\frac{1}{100}$ часть отъ всего извлеченнаго изъ жидкости азота, то въ общемъ за первую половину перегонки, т. е. за первыя 15 минутъ кипѣнія жидкости, выдѣлилось почти 99% (точнѣе 98,97%) всего количества N , которое было получено при данномъ опытѣ, и, слѣдовательно, на долю остального времени перегонки (вторыхъ 15-ти минутъ кипѣнія) приходится только около 1% азота. Словомъ, при суммарномъ выдѣленіи NH_3 изъ клоачной жидкости, процессъ идетъ весьма быстро вначалѣ и также быстро загухаетъ,—сходить на-нѣтъ.

Аналогичнымъ образомъ протекаетъ процессъ и при выдѣленіи N нелетучихъ солей аммонія и азота отщепляемаго известью отъ органическихъ соединеній, какъ показываетъ послѣдняя изъ числа приведенныхъ сейчасъ таблицъ (IV). Здѣсь также выдѣленіе NH_3 начинается уже во время нагрѣванія жидкости и въ самомъ началѣ кипѣнія достигаетъ своего maximum'a, послѣ чего очень быстро уменьшается. Но въ этомъ случаѣ уменьшеніе скорости шло все-же нѣсколько медленнѣе, чѣмъ при одновременномъ выдѣленіи всего NH_3 ,—количество N выдѣливагося въ теченіи второй половины перегонки, составило 3% отъ общей суммы извлеченнаго азота и это количество равномернѣе распредѣлилось между отдѣльными пробами. Хотя съ другой стороны необходимо отмѣтить, что въ данномъ опытѣ перегонка продолжалась 48 мин., т. е. нѣсколько дольше чѣмъ въ первомъ опытѣ (36 мин.) ²⁾, и это, конечно, могло отразиться на скорости выдѣленія NH_3 .

Что касается послѣдовательности въ процессѣ выдѣленія «летучаго» NH_3 , то здѣсь наблюдается уже нѣсколько иная картина, хотя общій характеръ процесса сохраняется тотъ-же самый,—maximum въ началѣ кипяченія и постепенное уменьшеніе къ концу (таблица III-я). Но въ то время какъ въ первыхъ двухъ случаяхъ, количества выдѣляющагося NH_3 очень быстро убывали и къ концу сходили почти на-нѣтъ, здѣсь процессъ является сильно растянутымъ во времени, убыль выдѣляющагося N шла очень медленно, такъ что и въ концѣ перегонки выдѣлялись довольно значительныя количества амміачнаго азота, какъ показываетъ графа 8-я таблицы. Въ двухъ предыдущихъ опытахъ въ

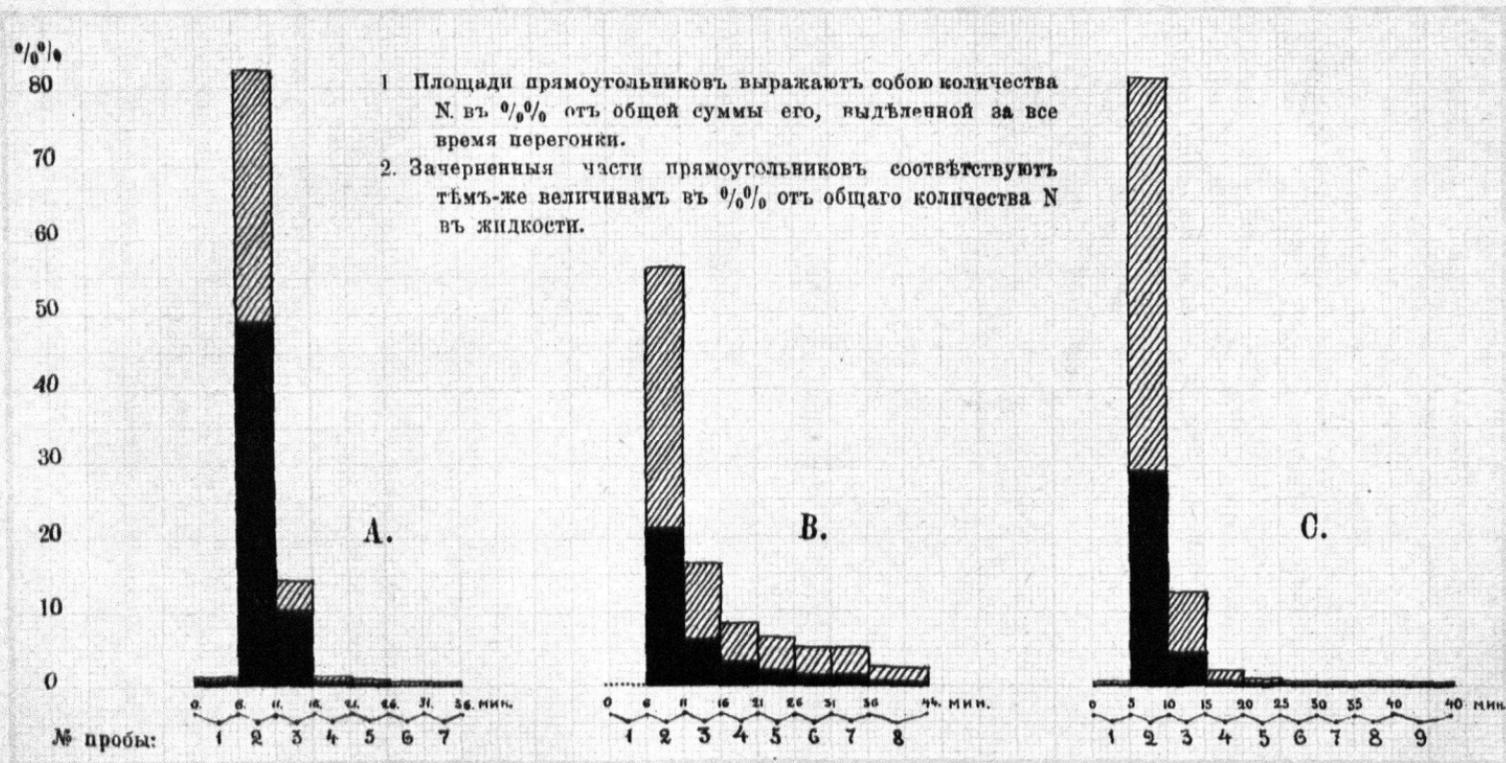
²⁾ Эта различія во времени переговокъ обуславливаются неравномерностью горѣнія горѣлокъ, что въ свою очередь вызывается неравномерностью давленія въ газовой сѣти.

первыя 5 мин. выдѣлялось свыше 80% всего количества извлекаемаго азота, а въ настоящемъ опытѣ только 56%; суммы азота приходившіяся на вторую половину перегонки составляли въ предшествовавшихъ опытахъ 1—3%, а въ данномъ опытѣ эта сумма достигаетъ почти 14%. При выдѣленіи «летучаго» NH_3 , амплитуда колебанія скорости этого процесса значительно меньше, чѣмъ въ ранѣе разсмотрѣнныхъ случаяхъ; такъ, при суммарномъ выдѣленіи NH_3 разность между maximum'омъ и minimum'омъ выдѣленнаго въ 5-ти минутные промежутки азота составляетъ 82,37%, при извлеченіи NH_3 нелетучихъ солей аммонія и NH_3 получающагося изъ органическихъ соединений эта величина равна 80,05%, а для азота «летучаго» NH_3 эта разность составляетъ только 51,83%. Отнести такой замедленный ходъ процесса за счетъ интенсивности кипѣнія жидкости въ данномъ случаѣ нельзя, такъ какъ вся перегонка закончилась въ 44 мин., т. е. занимаетъ въ этомъ отношеніи промежуточное положеніе по сравненію съ перегонками ранѣе разсмотрѣнными (36 мин. и 48 мин.). Кромѣ того, необходимо отмѣтить, что выдѣленіе летучаго» NH_3 началось только при кипѣніи клоачной жидкости, во время-же нагрѣванія отдѣленія его не происходило.

Различія въ процессѣ выдѣленія азота «летучаго» NH_3 , суммы азота нелетучихъ солей аммонія и азота отщепяемаго отъ органическихъ соединений, а также суммы всѣхъ этихъ формъ азота очень рельефно выступаютъ на приложенной діаграммѣ IV-ой, на которой количества N найденныя въ отдѣльныхъ пробахъ изображены въ формѣ прямоугольниковъ, площади которыхъ выражаютъ эти количества въ % отъ общей суммы его, выдѣленной за все время каждой изъ этихъ перегонокъ, а зачерненные части прямоугольниковъ соотвѣтствуютъ тѣмъ-же величинамъ, выраженнымъ въ % отъ общаго количества N въ клоачной массѣ. Діаграмма эта показываетъ, что быстрѣе всего идетъ затуханіе процесса при одновременномъ выдѣленіи всего амміака (A), затѣмъ слѣдуетъ выдѣленіе суммы всего NH_3 кромѣ «летучаго» (C) и послѣднее мѣсто въ этомъ отношеніи занимаетъ «летучій» амміакъ (B).

То-же соотношеніе между скоростями выдѣленія NH_3 получилось и въ слѣдующей серіи опытовъ, при которыхъ нагрѣваніе клоачной массы производилось путемъ пропускаванія черезъ нее водяного пара. Въ этихъ опытахъ отгонка NH_3 производилась не на перегонномъ аппаратѣ, а въ отдѣльныхъ литровыхъ колбахъ и было сдѣлано спеціальное приспособленіе для дробнаго учета выдѣляющагося амміака: свободный конецъ дестилляціонной трубки, по выходѣ ея изъ холодильника Либиха, соединялся при помощи каучуковой трубки съ соединительной трехколѣнной трубкой съ крапомъ, позволяющимъ направлять дестиллятъ въ то или другое развѣтвленіе соединительной трубки, изъ которыхъ каждое соединялось со стеклянной снабженной шарикомъ трубкой, проводящей перегонъ въ пріемную колбу (Рис. I).

Последовательность в процесѣ выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы при кипяченіи ея.



Одновременное выдѣленіе всего NH_3 .

Выдѣленіе „летучаго“ NH_3 .

Выдѣленіе всего NH_3 кромѣ „летучаго“.

Для перегонки бралось по 200 куб. с. клоачной массы; на это количество жидкости при одновременном выдѣленіи всего NH_3 взято 30 куб. сант. известковаго молока, что соотвѣтствуетъ 15,0 гр. CaO на 1 L., а при выдѣленіи суммы NH_3 нелетучихъ солей аммоніа и NH_3 , отщепляемаго отъ органическихъ соединений³⁾—15 куб. с. или 7,5 гр. CaO на 1 L. жидкости, т. е. тѣ-же самыя (избыточныя) количества какъ и при перегонкахъ, только что разсмотрѣнныхъ, съ кипяченіемъ клоачной массы. Параллельныхъ перегонокъ при этихъ опытахъ не было, такъ какъ въ предыдущихъ опытахъ, при которыхъ смѣна пріемниковъ производилась болѣе примитивнымъ способомъ, никакихъ потерь, какъ мы видѣли, не наблюдалось.

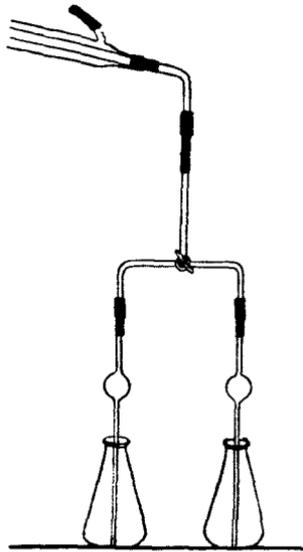


Рис. 1.

Пропусканіе пара производилось въ теченіи 2-хъ часовъ. При всѣхъ трехъ перегонкахъ, которыя были сдѣланы съ нагрѣваніемъ клоачной массы пропусканіемъ паровъ воды, выдѣлявшійся въ теченіи опыта NH_3 собирался въ шесть пріемныхъ колбъ. Первая проба соотвѣтствовала времени отъ начала нагрѣванія H_2O въ парообразователѣ (литровая стеклянная колба) и до начала прохожденія пара черезъ клоачную массу. Вторая проба соотвѣтствовала первымъ 15-ти минутамъ прохожденія пара черезъ жидкость; третья проба—вторымъ 15-ти мин. и т. д. Смѣна пріемниковъ, при которой, конечно, вмѣстѣ съ пріемной колбой

³⁾ Для этой перегонки служила та же самая порція клоачной массы, въ которой предварительно производилось опредѣленіе скорости выдѣленія „летучаго“ NH_3 при пропусканіи пара.

смѣнялась и пріемная трубка съ шарикомъ, производилась черезъ каждыя 15 минутъ только въ теченіи перваго часа пропусканія пара черезъ жидкость; все-же количество NH_3 , выдѣлявшася въ теченіи втораго часа прохожденія пара, собиралось сразу въ одинъ пріемникъ (проба 6-я). Такіе большіе, по сравненію съ предыдущими опытами, интервалы примѣнялись при этихъ перегонкахъ въ виду того, что выдѣленіе NH_3 шло въ данномъ случаѣ раза въ 3—4 медленнѣе, чѣмъ при кипяченіи клоачной массы. Результаты полученные при этихъ опытахъ приведены въ таблицяхъ V, VI и VII-ой, въ которыхъ распредѣленіе цифрового матеріала по отдѣльнымъ рубрикамъ сдѣлано совершенно аналогично тому, какъ и въ предыдущихъ трехъ таблицахъ. Поэтому перечислять какія данныя содержатся въ той или иной графѣ этихъ таблицъ я здѣсь не буду.

Общія количества азота, выдѣлившіяся при этихъ перегонкахъ, немногимъ отличаются отъ тѣхъ, которыя были получены въ соответствующихъ опытахъ съ кипяченіемъ клоачной массы, да и эти небольшія различія обуславливаются не способомъ нагрѣванія жидкости (кипяченіе и пропусканіе пара), а неоднородностью исходнаго матеріала. такъ какъ тѣ и другіе опыты производились въ разное время; доказательствомъ этого служитъ перегонка, сдѣланная одновременно съ разсматриваемыми сейчасъ опытами, при которой клоачная масса кипятилась съ $\text{Ca}(\text{OH})_2$; эта перегонка (анализъ 59-ый) дала 1,827 gr. N на 1 L. жидкости, т. е. ту-же самую величину, какая получена и въ данныхъ опытахъ при одновременномъ (суммарномъ) выдѣленіи амміака, а именно 1,829 gr. N на 1 L. (таблица V, графа 6-я). Перегонка, о которой сейчасъ идетъ рѣчь, имѣетъ цѣнность еще и въ другомъ отношеніи: она указываетъ на отсутствіе какой-либо грубой ошибки при производствѣ дробнаго учета N въ опытахъ съ нагрѣваніемъ клоачной массы путемъ пропусканія пара,—ее можно разсматривать какъ параллельное опредѣленіе къ этимъ опытамъ, при которыхъ, какъ я уже указывалъ параллельныхъ опредѣленій не велось и, слѣдовательно, не исключалась возможность предположенія о допущенныхъ при нихъ ошибкахъ. Но данное заключеніе относится только къ случаю суммарнаго опредѣленія азота. Что касается остальныхъ двухъ опредѣленій,—азота «летучаго» NH_3 и суммы азота нелетучихъ солей аммошія и азота отщепленнаго отъ органическихъ соединеній, то указаніемъ, правда косвеннымъ, на отсутствіе ошибокъ и при этихъ опредѣленіяхъ можетъ служить слѣдующее. Я уже раньше указывалъ, что путемъ послѣдовательнаго выдѣленія NH_3 можно извлечь большее количество N изъ клоачной массы, чѣмъ при одновременномъ (суммарномъ) выдѣленіи его. Подтвержденіе этого можно видѣть и при сравненіи между собою данныхъ, полученныхъ при опытахъ съ дробнымъ учетомъ N, въ той и другой серіи ихъ, т. е. и съ кипяченіемъ клоачной массы и съ пропусканіемъ черезъ нее пара. Количества N, извлеченныя при послѣ-

Т а б л и ц а V.

Скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы при обработкѣ ея $\text{Ca}(\text{OH})_2$ съ нагреваніемъ путемъ пропусканія пара.

№ п р о б ъ.	Время ваятія пробъ.		Число куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Количество N въ пробѣ.	Количество N въ пробѣ по разсчету на 1 л. жидкости	Количество N, выдѣлившагося отъ начала опыта до момента ваятія пробъ, по разсчету на 1 л. жид.	Количество N, въ пробѣ въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	Процентъ.						
								Г р а м м ы .			П р о ц е н т ы .			
								ч.	м.					
1	Въ моментъ начала прожд. пара черезъ жид. .	—	20	0,04	0,0006	0,0030	0,0030	0,16	0,16	0,12	0,12			
2	Черезъ 15 м. послѣ нач. прожд. пара черезъ жид.	—	35	14,59	0,2085	1,0425	1,0455	57,00	57,16	41,50	41,62			
3	" 30 " " " " " "	—	50	9,35	0,1336	0,6680	1,7135	36,52	93,68	26,59	68,21			
4	" 45 " " " " " "	1	5	0,98	0,0140	0,0700	1,7835	3,83	97,51	2,79	71,00			
5	" 60 " " " " " "	1	20	0,26	0,0037	0,0185	1,8020	1,01	98,52	0,74	71,74			
6	" 2 ч. " " " " " "	2	20	0,38	0,0054	0,0270	0,8:90	1,48	100,00	1,07	72,81			
Сумма . . .		2	20	25,60	0,3658	1,8290	1,8290	100,00	100,00	72,81	72,81			

Примечаніе: Для перегонки ваято: клоачной массы 200 к. с. известкового молока—30 к. с., что соответствуетъ 15,0 гр. CaO на 1 л. жид.

Таблица VI.

Скорость выдѣления «летучаго» NH_3 изъ клоачной массы при пропускании черезъ нее пара.

№№ пробъ.	Время ваятія пробъ.	Время ваятія пробъ, считая отъ начала опыта.		Число куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Количество N въ пробъ.			Количество N въ про- бѣ въ % отъ общ. суммы N, выдѣливш. за все время опыта.			
		ч.	м.		Г р а м м ы .			П р о ц е н т ы .			
					Количество N въ пробъ по расчету на 1 л. жидкости.	Количество N, выдѣ- лившагося отъ нача- ла опыта до мо- мента ваятія пробъ, по расчету на 1 л. жидкости.	Количество N въ про- бѣ въ % отъ общ. суммы N, выдѣливш. за все время опыта.	Количество N, выдѣ- лившагося отъ нача- ла опыта до момента ваятія пробъ, въ % отъ общ. сум. N, выд. за все время опыта.	Количество N въ про- бѣ въ % отъ обща- го количества N въ жидкости.	Количество N, выдѣ- лившагося отъ нача- ла опыта до момента ваятія пробъ, въ % отъ общаго количе- ства N въ жидкости.	
1	Въ моментъ начала прохожд. пара черезъ жид. . .	—	15	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Черезъ 15 н. послѣ начала прохожд. пара черезъ жидк.	—	30	6,45	0,0922	0,4610	0,4610	48,42	48,42	18,35	18,35
3	„ 30 „ „ „ „ „ „ „ .	—	45	3,00	0,0429	0,2145	0,6755	22,53	70,95	8,54	26,89
4	„ 45 „ „ „ „ „ „ „ .	1	—	1,45	0,0207	0,1035	0,7790	10,87	81,82	4,12	31,01
5	„ 60 „ „ „ „ „ „ „ .	1	15	0,74	0,0106	0,0530	0,8320	5,57	87,39	2,11	33,12
6	„ 2 ч. „ „ „ „ „ „ „ .	2	15	1,68	0,0240	0,1200	0,9520	12,61	100,00	4,78	37,90
Сумма . . .		2	15	13,32	0,1904	0,9520	0,9520	100,00	100,00	37,90	37,90

Примечаніе: Для опыта взято 200 куб. с. клоачной массы.

Таблица VII.

Скорость выдѣленія NH_3 нелетучихъ солей аммоніа и NH_3 , отщепляемаго отъ органическихъ соединенийъ клоачной массы при обработкѣ ея $\text{Ca}(\text{OH})_2$ съ нагреваніемъ путемъ пропускания пара.

№№ пробъ.	Время взятія пробъ.	Время взятія пробъ, считая отъ начала опыта.		Число куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Количество N въ пробѣ.			Количество N въ пробѣ въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, по разсчету на 1 л. жидкости.			
		ч.	м.		Г р а м м ы .			П р о ц е н т ы .			
					Количество N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	Количество N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	Количество N въ пробѣ въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	Количество N въ пробѣ въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	Количество N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	Количество N, выдѣлившагося отъ момента опыта до момента взятія пробъ, въ % отъ общей суммы N, выдѣлившагося за все время опыта.	
1	Въ моментъ начала прохожденія пара черезъ жид.	—	15	0,07	0,0010	0,0050	0,0050	0,54	0,54	0,20	0,20
2	Черезъ 15 я. послѣ начала прохожд. пара черезъ жидк.	—	30	0,03	0,0064	0,0020	0,0070	0,21	0,75	0,08	0,28
3	" 30 " " " " " " " "	—	45	8,61	0,1230	0,6150	0,6220	64,41	67,16	24,48	24,76
4	" 45 " " " " " " " " "	1	—	2,92	0,0417	0,2085	0,8305	22,52	89,68	8,30	33,06
5	" 60 " " " " " " " " "	1	15	0,82	0,0117	0,0585	0,8890	6,32	96,00	2,33	35,39
6	" 2 ч. " " " " " " " " "	2	15	0,52	0,0074	0,0370	0,9260	4,00	100,00	1,47	36,86
Сумма . . .		2	15	12,97	0,1852	0,9260	0,9260	100,00	100,00	36,86	36,86

Примечаніе: Для пререгонки служили тѣ-же 200 к. с. клоачной массы, изъ которыхъ былъ выдѣленъ путемъ пропускания пара „летучій“ NH_3 (см. таблицу VI); при этой перегонкѣ взято 15 куб. с. известковаго молока, что соотвѣтствуетъ 7,5 гр. CaO на 1 л. жидкости.

довательномъ и при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , въ % отъ общаго количества N въ жидкости получились слѣдующія:

СПОСОБЪ НАГРѢВАНІЯ.	Послѣдовател. выдѣленіе NH_3 .		
	N летучаго амміака.	N нелетучихъ солей NH_3 и N органич. соедин.	Суммарное выдѣленіе NH_3 .
Кипяченіе жидкости	37,06%	36,41%	71,51%
	73,47%		
Пропусканіе пара черезъ жидкость	37,90%	36,86%	72,81%
	74,76%		

Въ томъ и другомъ елучаѣ преимущество на сторонѣ послѣдовательнаго выдѣленія NH_3 . При кипяченіи клоачной массы увеличеніе выхода составляетъ 1,96% отъ общаго количества N въ жидкости, при пропусканіи пара—1,95%. Кромѣ того, эти данныя указываютъ, что въ опытахъ съ нагрѣваніемъ жидкости паромъ и при суммарномъ и при послѣдовательномъ извлеченіи NH_3 , получено азота больше на одну и ту-же величину,—въ первомъ случаѣ на 1,30%, во второмъ—1,29% или, если взять абсолютныя количества N приходящіяся на 1 L. жидкости, то эти увеличенія соответственно составятъ, 0,034 gr. и 0,033 gr. Въсѣ это-то почти полное совпаденіе приведенныхъ сейчасъ величинъ и служитъ, на мой взглядъ, косвеннымъ доказательствомъ, что и при учетахъ «летучаго» NH_3 и NH_3 нелетучихъ солей аммонія и NH_3 отщепленнаго отъ органическихъ соединений ошибокъ въ опредѣленіяхъ сдѣлано не было.

Послѣ этого отступленія, возвращаюсь вновь къ разсмотрѣнію цифрового матеріала, относящагося къ вопросу о скорости выдѣленія NH_3 . Какъ я уже отмѣтилъ, при опытахъ съ пропусканіемъ пара получены почти тѣ-же количества N, какъ и при кипяченіи клоачной массы, но для извлеченія этихъ количествъ потребовалось двухчасовое пропусканіе пара, между тѣмъ какъ при кипяченіи перегонка заканчивалась въ 30—40 мин., откуда слѣдуетъ, что при нагрѣваніи жидкости паромъ выдѣленіе NH_3 шло въ 3—4 раза медленнѣе, чѣмъ при кипяченіи. Можетъ возникнуть сомнѣніе въ правильности этого вывода благодаря тому обстоятельству, что во время второго часа пропусканія пара черезъ жидкость дробнаго учета NH_3 не велось, а опредѣлена только сумма NH_3 , выдѣлившагося за все это время, и, слѣдовательно, не исключается возможность предположенія, что такое продолжительное пропусканіе пара было излишнимъ, что выдѣленіе NH_3 закончилось ранѣе этого срока. Но противъ такого предположенія говорятъ данныя, полученныя за первый часъ пропусканія пара, т. е. за первую половину вре-

мени перегонки. Сравненіе этихъ данныхъ съ соотвѣтственными данны-ми перегонокъ, при которыхъ производилось кипяченіе клоачной массы, даетъ то-же самое соотношеніе между скоростями и подтверждаетъ, слѣдовательно, правильность сдѣланнаго вывода. Относящійся сюда цифровой матеріалъ таковъ:

Къ какимъ опытамъ относятся цифровыя данныя.	Кипяченіе.		Пропусканіе пара.	
	Продолжитель- ность кипяченія	Количество вы- дѣляшагося N въ % отъ об- щей суммы его, полученной за все время опыта.	Время пропу- сканія пара.	Количество вы- дѣляшагося N въ % отъ об- щей суммы его, полученной за все время опы- та.
Къ опытамъ одновременнаго из- влеченія всего NH ₃	15 мин.	98,97%	60 мин.	98,52%
Къ опытамъ извлеч. „летучаго“ NH ₃	20 „	86,26 „	60 „	87,39 „
„ „ „ „ всего NH ₃ кромѣ „летучаго“	15 „	95,96 „	60 „	96,00 „

Данныя этой таблицы показываютъ, что для выдѣленія тѣхъ-же самыхъ относительныхъ количествъ N, какія были извлечены изъ клоачной массы при пропусканіи пара въ теченія 1 часа, достаточно было всего лишь 15—20 мин. кипяченія жидкости, т. е. въ послѣднемъ случаѣ процессъ совершался въ 3—4 раза скорѣе.

Полученное соотношеніе между скоростями выдѣленія NH₃ при кипяченіи клоачной массы и при пропусканіи черезъ нее пара не является, конечно, чѣмъ-либо постояннымъ, а представляетъ собою величину переменную, находящуюся въ зависимости отъ тѣхъ условій, при которыхъ ведется въ томъ и другомъ случаѣ (кипяченіе и пропусканіе пара) перегонка жидкости; замедленіе кнѣвнїя жидкости или обратно ускореніе тока пара черезъ нее будутъ вліять въ сторону уменьшенія этого соотношенія и наоборотъ. Помимо этихъ причинъ имѣется цѣлый рядъ другихъ условій, измѣняющихъ скорость выдѣленія NH₃, какъ при кипяченіи, такъ и при пропусканіи черезъ нее пара. Въ какихъ широкихъ предѣлахъ можетъ колебаться скорость извлеченія NH₃ изъ клоачной массы, въ зависимости отъ конструкцій аппаратовъ, отъ болѣе или менѣе тѣснаго соприкасновенія между собою пара и утилизируемой жидкости, достаточно указать, въ качествѣ примѣра, на одинъ изъ аппаратовъ *Chevalet*, въ которомъ извлеченіе NH₃ изъ клоачной массы продолжается въ теченіи 3-хъ часовъ, и на аппаратъ *Leucauchez*, въ которомъ весь процессъ заканчивается примѣрно въ 1/2 часа.

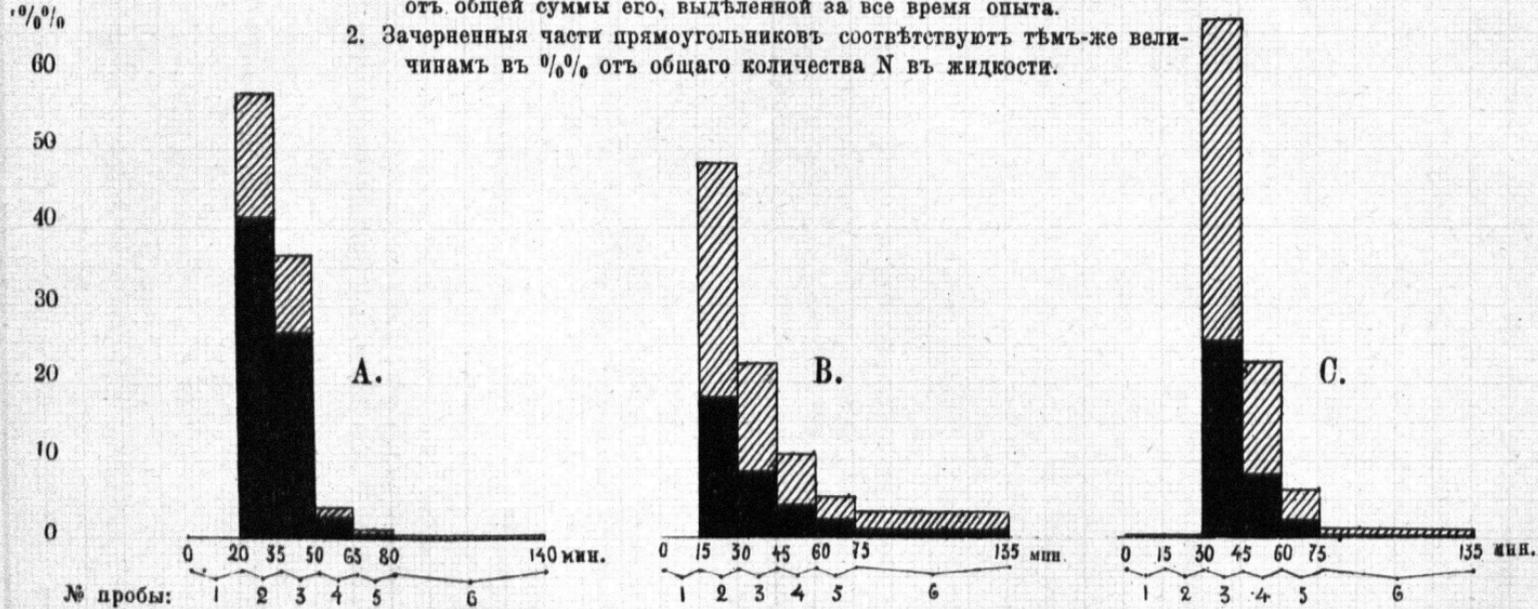
Итакъ въ опытахъ, при которыхъ выдѣленіе NH₃ производилось путемъ пропусканія черезъ жидкость пара, процессъ протекалъ раза въ 3—4 медленнѣе, чѣмъ въ опытахъ съ кипяченіемъ клоачной массы, при чемъ замедленіе это въ одинаковой степени сказалось и при суммарномъ выдѣленіи NH₃, и при извлеченіи изъ жидкости одного «лету-

чаго» NH_3 , и при выдѣленіи только суммы N нелетучихъ солей аммоніа и N отщепляемаго отъ органическихъ соединений. Слѣдовательно, то соотношеніе между скоростями выдѣленія NH_3 при суммарномъ и послѣдовательномъ извлеченіи его, которое имѣло мѣсто при кипяченіи клоачной массы, сохранилось и при данныхъ опытахъ съ пропусканіемъ черезъ жидкость пара, не смотря на существенное различіе условій перегонки въ томъ и другомъ случаѣ. Это даетъ основаніе предполагать, что если вести одновременное (суммарное) выдѣленіе NH_3 , выдѣленіе «летучаго» NH_3 и суммы NH_3 нелетучихъ солей аммоніа и NH_3 отщепляемаго отъ органическихъ веществъ, при одинаковыхъ условіяхъ, то каковы-бы эти условія ни были, съ наибольшей скоростью процессъ будетъ идти при одновременномъ выдѣленіи всего NH_3 , затѣмъ при выдѣленіи суммы NH_3 нелетучихъ амміачныхъ солей и NH_3 отщепляемаго отъ органическихъ соединений и съ наименьшей интенсивностью при выдѣленіи «летучаго» NH_3 .

Я не буду подробно останавливаться на цифровомъ матеріалѣ, приведенномъ въ таблицахъ V, VI и VII-ой, такъ какъ это свелось-бы къ почти дословному повторенію того, что было сказано относительно данныхъ трехъ предыдущихъ таблицъ (II, III и IV). Въ разематриваемыхъ опытахъ, также какъ и при кипяченіи жидкости, наибольшія количества NH_3 выдѣлялись въ первые моменты, а затѣмъ шло постепенное затуханіе процесса, при чемъ скорость этого затуханія была наибольшей при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , наименьшей—при выдѣленіи «летучаго» NH_3 ; при перегонкахъ съ известью (таблица V и VII) выдѣленіе NH_3 шло съ самаго начала опыта, между тѣмъ какъ выдѣленіе «летучаго» NH_3 наблюдалось только послѣ нагрѣванія жидкости до температуры кипѣнія. Соотношенія между количествами N , выдѣленными въ различные моменты опытовъ, ясно видны на приложенной діаграммѣ V-ой. Необходимо отмѣтить только, что на этой діаграммѣ горизонтальный масштабъ, т. е. масштабъ времени взятъ въ три раза мевшій, чѣмъ на діаграммѣ IV-ой,—на послѣдней 1 сант. былъ принятъ за 10 мин., а здѣсь равенъ 30 минутамъ. Затѣмъ отмѣчу еще слѣдующее: въ опытѣ, при которомъ была произведена обработка жидкости CaO по удаленіи изъ нея «летучаго» амміака (таблица VII; діаграм. V, фиг. C), во второй пробѣ получилось ничтожное количество N , въ то время какъ во всѣхъ остальныхъ опытахъ изъ вторую пробу приходилось наибольшее количество N . Это объясняется тѣмъ, что отгонка «летучаго» NH_3 и послѣдующая отгонка съ CaO производились не непосредственно одна за другой, а въ два смежные дня,—въ одинъ день былъ выдѣленъ только «летучій» NH_3 , а на другой день произведена отгонка съ известью; благодаря тому, что подогрѣваніи колбы, въ которой заключалась изслѣдуемая жидкость, не дѣлалось, часть пара конденсировалась въ ней и за время отгонки «летучаго» NH_3 объемъ жидкости въ колбѣ почти удвоился, такъ что при послѣдующей отгонкѣ съ CaO , которая была произведена на другой день, потребовалось значительно

Послѣдовательность въ процесѣ выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы при пропусканіи черезъ нее пара.

1. Площади прямоугольниковъ выражаютъ собою количества N въ $\%$ отъ общей суммы его, выдѣленной за все время опыта.
2. Зачерненные части прямоугольниковъ соотвѣтствуютъ тѣмъ-же величинамъ въ $\%$ отъ общаго количества N въ жидкости.



Одновременное выдѣленіе всего NH_3

Выдѣленіе „летучаго“ NH_3 .

Выдѣленіе всего NH_3 кромѣ „летучаго“

большее время, по сравненію съ другими опытами, чтобы довести содержимое колбы до температуры кипѣнія. Вслѣдствіе этого maximum азота со второй пробы передвинулся на третью.

Что касается отсутствія подогреванія колбъ, въ которыхъ заключалась изслѣдуемая жидкость, результатомъ чего являлось постепенное увеличеніе объема жидкости и, слѣдовательно, замедленіе процесса выдѣленія NH_3 , то такая постановка опытовъ была сдѣлана съ цѣлью приблизить въ этомъ отношеніи условія опытовъ къ тѣмъ, при которыхъ ведется выдѣленіе NH_3 на практикѣ, при массовыхъ переработкахъ клоачной жидкости, гдѣ обычно подогреваній дистиляціоннаго аппарата не примѣняется и, слѣдовательно, конденсація паровъ воды также должна имѣть мѣсто.

До сихъ поръ, говоря о ходѣ процесса выдѣленія NH_3 при различныхъ опытахъ, я ограничивался приведеніемъ цифрового матеріала, указывающаго на количества N , выдѣлявшіяся за тотъ или иной промежутокъ времени перегонки, разсматривалъ, такъ сказать, отдѣльные элементы, изъ которыхъ слагается этотъ процессъ, пользовался главнымъ образомъ данными 8-ой графы еоотвѣтственныхъ таблицъ, и на основаніи этихъ данныхъ дѣлалъ заключенія о скорости выдѣленія NH_3 ; теперь, чтобы дать общую картину этого процесса для каждой отдѣльной перегонки, привожу двѣ діаграммы VI-ю и VII-ю, на которыхъ скорости выдѣленія NH_3 выражены обычнымъ путемъ въ формѣ кривыхъ. Для построенія этихъ кривыхъ служили данныя, помѣщенные въ рубрикахъ 9-ой и 11-ой приведенныхъ выше таблицъ, гдѣ количества выдѣленнаго NH_3 , по расчету на N , выражены въ % отъ общей суммы N , извлеченнаго при той или иной перегонкѣ (верхнія линіи діаграммъ), и въ % отъ общаго количества N , заключавшагося въ жидкости (нижнія линіи діаграммъ). Діаграмма VI-ая относится къ опытамъ съ кипяченіемъ клоачной массы, а діаграмма VII-ая къ перегонкамъ, при которыхъ извлеченіе NH_3 производилось путемъ пропуска пара. Масштабъ времени, также какъ и на предыдущихъ діаграммахъ, не одинаковъ: на VI-ой каждый сантиметръ ровень 5 мин., а на VII-ой 15 минутамъ. На этихъ діаграммахъ ясно видны различія въ скорости выдѣленія NH_3 какъ въ случаѣ одновременнаго извлеченія NH_3 , такъ и при послѣдовательномъ удаленіи его, т. е. въ отдѣльности,—«летучаго» NH_3 и суммы NH_3 нелетучихъ солей аммонія и N отщепляемаго въ формѣ NH_3 отъ органическихъ соединений.

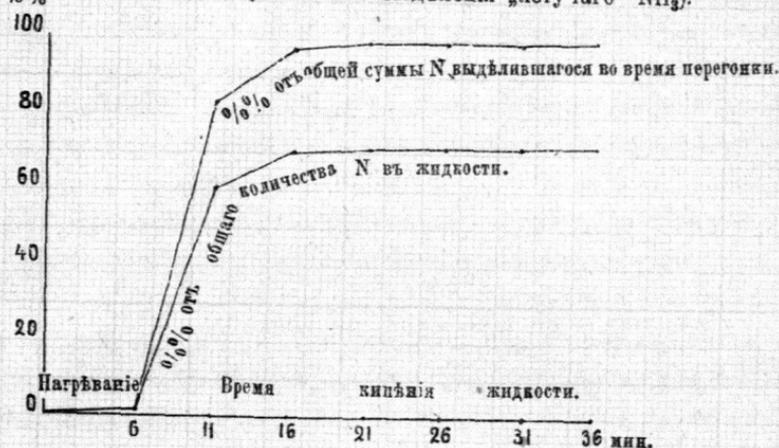
Такъ какъ скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы можетъ измѣняться въ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ тѣхъ условій, при которыхъ этотъ процессъ совершается, примѣромъ чего могутъ служить и только—что приведенныя данныя, то конечно, на основаніи разсмотрѣнныхъ сейчасъ опытовъ, нельзя установить какихъ либо опредѣленныхъ нормъ относительно времени, въ теченіи котораго нужно вести обработку изслѣдуемой клоачной жидкости въ цѣляхъ извлеченія изъ нея амміака; вопросъ этотъ долженъ рѣшаться для каждаго

отдѣльнаго случая особо. Но тѣмъ не менѣе результаты этихъ опытовъ даютъ все-же нѣкоторыя указанія, относящіяся къ рѣшенію даняго вопроса, а именно позволяютъ установить соотношенія между временемъ необходимымъ для извлеченія NH_3 путемъ суммарнаго и послѣдовательнаго выдѣленія его. При одновременномъ извлеченіи всего NH_3 , а также при выдѣленія суммы NH_3 нелетучихъ солей аммонія и азота отщепляемаго въ формѣ NH_3 отъ органическихъ соединений, процессъ идетъ, какъ показываютъ приведенныя данныя, почти съ одинаковой интенсивностью и поэтому въ томъ и другомъ случаѣ продолжительность обработки клоачной массы CaO также должна быть примѣрно одинаковой. Съ другой стороны выдѣленіе «летучаго» NH_3 совершается значительно медленнѣе, является процессомъ болѣе растянутымъ во времени, и слѣдовательно для извлеченія «летучаго» NH_3 , конечно, при равенствѣ другихъ условій, требуется во всякомъ случаѣ не меньше времени, чѣмъ при только что указанныхъ обработкахъ клоачной массы известью. Откуда слѣдуетъ, что послѣдовательное извлеченіе NH_3 требуетъ по крайней мѣрѣ вдвое большаго времени, чѣмъ суммарное выдѣленіе его. Это соотношеніе относится къ тому случаю, когда изъ клоачной массы извлекается возможный, при данномъ способѣ, maximum NH_3 , что на практикѣ не всегда можетъ быть выгоднымъ, такъ какъ тѣ небольшія количества NH_3 , которыя выдѣляются подъ конецъ процесса, могутъ не окупать расхода на топливо, и поэтому въ такихъ случаяхъ полное использованіе жидкости будетъ нераціональнымъ. При этихъ условіяхъ, насколько позволяютъ судить объ этомъ данныя приведенныхъ выше опытовъ, соотношеніе между временемъ извлеченія NH_3 путемъ послѣдовательнаго и суммарнаго извлеченія его будетъ измѣняться въ сторону увеличенія. Такъ цифровой матеріалъ относящійся къ опытамъ перегонки клоачной массы съ нагрѣваніемъ ея путемъ пропуска пара показываетъ, что при обработкѣ жидкости известью (таблица V и VI) въ теченіи втораго часа пропуска пара выдѣлялись сравнительно очень небольшія количества N и прекращеніе перегонки послѣ перваго-же часа скажется уменьшеніемъ общаго выхода N въ случаѣ суммарнаго выдѣленія NH_3 всего лишь на 1,48%, а въ случаѣ послѣдовательнаго выдѣленія на 1,97%; въ абсолютныхъ-же числахъ по расчету на 1 L. жидкости эти количества соотвѣственно составятъ.—0,027 gr. и 0,037 gr. N, что отвѣчаетъ 0,13 klg. и 0,17 klg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на 1 куб. метръ клоачной массы при общемъ выходѣ изъ 1 куб. метра 8,63 и 8,87 klg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Поэтому съ практической точки зрѣнія, при полученіи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, въ условіяхъ аналогичныхъ тѣмъ, которыя имѣли мѣсто при данныхъ опытахъ, можно при обработкѣ жидкости CaO ограничиться всего лишь однимъ часомъ пропуска пара черезъ нея.

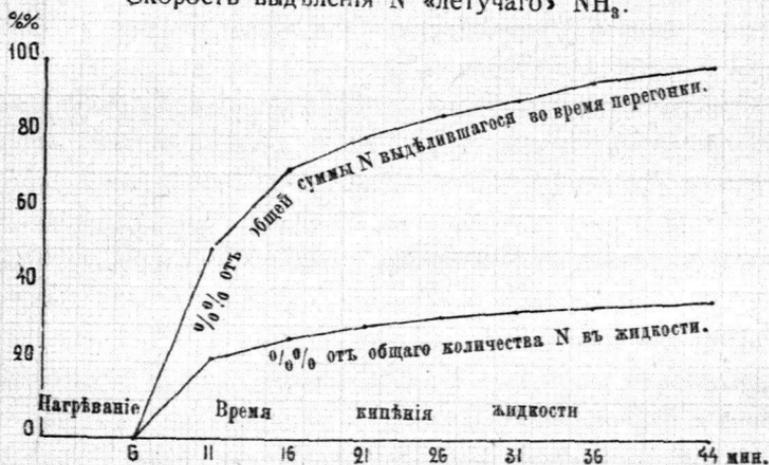
Что касается «летучаго» NH_3 (таблица VI), то здѣсь во второй часъ пропуска пара выдѣлялось количество N, составляющее около

Скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы при кипяченіи ея.

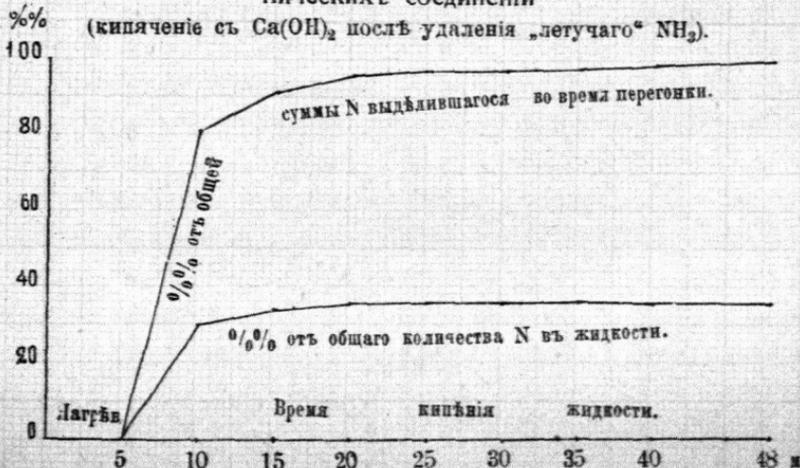
Скорость выдѣленія N при кипяченіи клоачной массы съ $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 (безъ предварительнаго выдѣленія „летучаго“ NH_3).



Скорость выдѣленія N «летучаго» NH_3 .

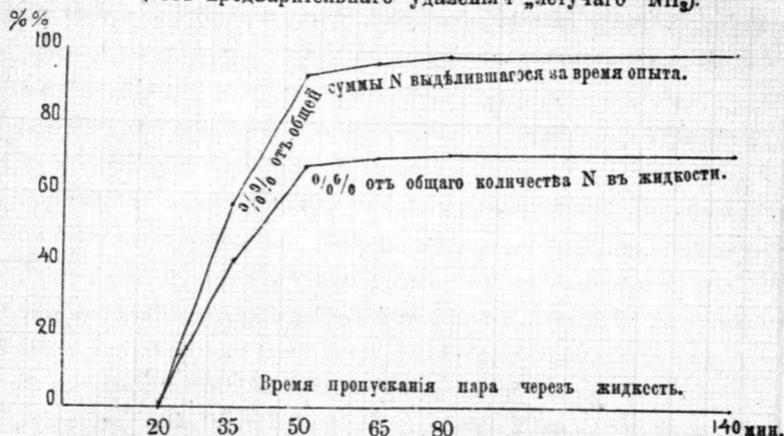


Скорость выдѣленія N нелетучихъ солей аммоніа и N органическихъ соединений
 (кипяченіе съ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ послѣ удаленія „летучаго“ NH_3).

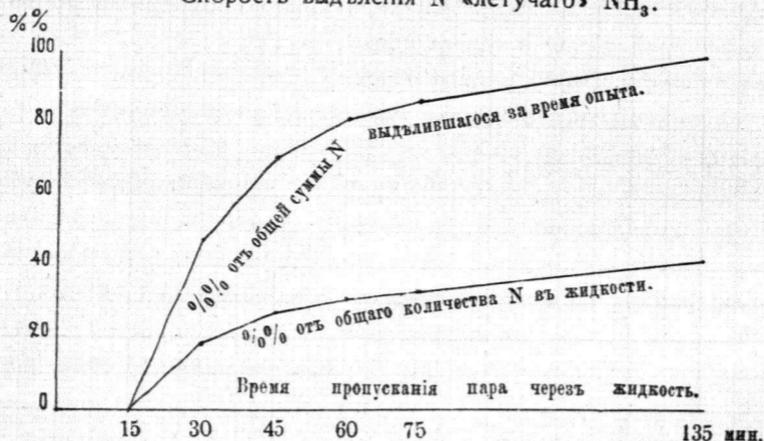


Скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы при пропусканіи черезъ нее пара.

Скорость выдѣленія N при обработкѣ клоачной массы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (безъ предварительнаго удаленія «летучаго» NH_3).

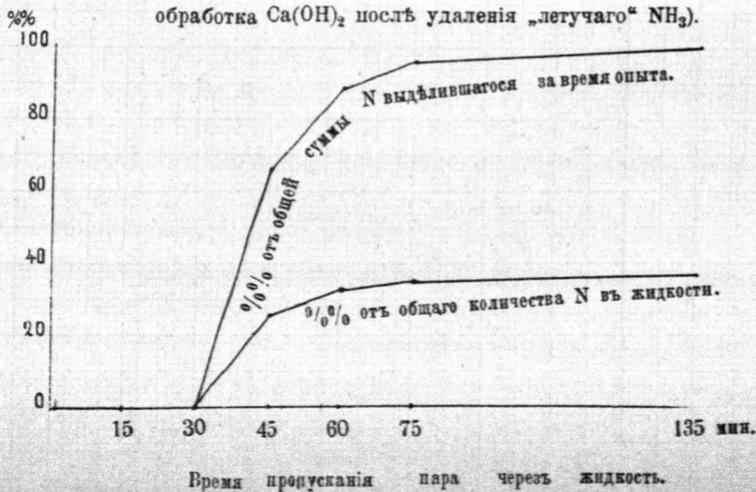


Скорость выдѣленія N «летучаго» NH_3 .



Скорость выдѣленія N нелетучихъ солей аммонія и N органическихъ соединеній

обработка $\text{Ca}(\text{OH})_2$ послѣ удаленія «летучаго» NH_3 .



5% отъ общаго количества его въ жидкости. Если вести отгонку «летучаго» NH_3 въ теченіи 2-хъ часовъ и послѣдующую обработку известью 1 часъ, то въ суммѣ можетъ быть выдѣлено изъ 1 L. жидкости 1,841 gr. N; если-же ограничить отгонку «летучаго» NH_3 однимъ часомъ, то будетъ выдѣлено только 1,721 gr., т. е. уменьшеніе выхода составитъ уже значительную величину—6,52%; по пересчету на $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ это составитъ 0,57 klg. на 1 куб. м. жидкости и терять это количество сѣрниоокислаго аммонія врядъ-ли будетъ экономически выгодно. Такъ что выдѣленіе «летучаго» NH_3 , при тѣхъ условіяхъ, которыя имѣли мѣсто при данныхъ опытахъ, необходимо вести около 2-хъ часовъ. Слѣдовательно, въ суммѣ при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 отгонка потребуесть 3-хъ часовъ, въ то время какъ при одно-временномъ выдѣленіи можно ограничиться всего лишь однимъ часомъ, при чемъ въ томъ и другомъ случаѣ выхоть $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ 1 куб. метра жидкости будетъ почти одинъ и тотъ-же,—8,68 klg. и 8,50 klg. Такимъ образомъ вопросъ о выгодности, при данныхъ условіяхъ, того или другого способа извлеченія NH_3 можетъ быть рѣшенъ въ зависимости отъ стоимости топлива и извести.

Конечно, приведенный расчетъ можетъ имѣть значеніе лишь при наличности тѣхъ условій, которыя имѣли мѣсто при данныхъ опытахъ, такъ какъ при иныхъ условіяхъ, если даже соотношеніе между временемъ необходимымъ для послѣдовательнаго и суммарнаго выдѣленія NH_3 и сохранится, общая скорость теченія процесса можетъ рѣзко измѣниться, измѣнятся тогда и абсолютныя величины времени, а слѣдовательно получатся и другія соотношенія для стоимости топлива. Съ другой стороны вопросъ объ установленіи времени, въ теченіи котораго нужно вести отгонку NH_3 , является болѣе сложнымъ. Мы видѣли, что суммарное выдѣленіе амміака протекаетъ очень быстро и возможно, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ будетъ выгодно, чтобы сократить общее время перегонки, вести отдѣленіе «летучаго» NH_3 не нацѣло, а оставлять извѣстную часть его, которую выдѣлять уже при дальнѣйшей обработкѣ жидкости CaO , соотвѣтственно увеличивъ количество этой послѣдней. Словомъ тутъ возможенъ цѣлый рядъ различныхъ комбинацій, судить о примѣнимости которыхъ можно только въ каждомъ конкретномъ случаѣ отдѣльно.

Къ вопросу о времени необходимомъ для извлеченія NH_3 изъ клоачной массы я возвращусь еще въ слѣдующей главѣ при разсмотрѣніи результатовъ опытовъ, при которыхъ перегонялись значительно большія количества жидкости (2—4 L.), а сейчасъ укажу только, что тотъ выводъ, который можно было сдѣлать на основаніи приведенныхъ опытовъ, выполненныхъ съ очень небольшими объемами жидкости, относительно продолжительности извлеченія NH_3 при послѣдовательномъ выдѣленіи его, находить, не смотря на колоссальное различіе масштабовъ, подтвержденіе въ заводской практикѣ при массовыхъ переработкахъ клоачной массы. Тѣ-же самые сроки, которые были установ-

лены выше, а именно 2 часа для извлечения «летучаго» NH_3 и 1 часть для дальнѣйшей перегонки съ известью, примѣняются при работѣ на аппаратѣ *Chevalet*.

Чтобы закончить описаніе опытовъ относящихся къ вопросу о скорости выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы, мнѣ остается еще разсмотрѣть результаты, полученные при кипяченіи клоачной жидкости въ колбѣ съ обратнымъ холодильникомъ. При опредѣленіи количества CaO необходимаго для извлечения maximum'a N изъ клоачной жидкости, изъ которой «летучій» NH_3 уже удаленъ, я, чтобы приготовить жидкость для этихъ опытовъ, дѣлалъ попытки выдѣлять «летучій» NH_3 , примѣняя при кипяченіи обратный холодильникъ. Но опыты, сдѣланные съ этой цѣлью, не дали положительныхъ результатовъ,—послѣ продолжительнаго кипяченіи въ жидкости оставались еще большія количества N летучихъ солей аммонія. Послѣ этого, желая выяснитъ вліяніе обратнаго холодильника на скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы, я поставилъ опытъ, при которомъ 200 куб. с. клоачной жидкости съ прибавленіемъ 25 куб. с. известковаго молока, что составляло 12,5 гр. CaO на 1 л. жидкости, кипятились въ теченіи 2-хъ часовъ въ колбѣ съ короткимъ—съ 4-мя внутренними шариками—обратнымъ холодильникомъ Аллина; верхній конецъ холодильника былъ соединенъ со стеклянной, изогнутой подъ 2-мя прямыми углами, трубкой, нижній (свободный) конецъ которой былъ опущенъ въ приѣмникъ съ титрованной H_2SO_4 . По окончаніи кипяченія содержимое колбы было перегнано на перегонномъ аппаратѣ до-суха. Результаты опыта получились такіе: за 2 часа кипяченія съ обратнымъ холодильникомъ выдѣлилось изъ 200 к. с. жидкости 0,2634 гр. N , что составитъ по расчету на 1 л.—1,3170 гр.; при послѣдующей перегонкѣ на аппаратѣ получено 0,1087 гр. N или по расчету на 1 л.—0,5435 гр.; въ суммѣ, слѣдовательно, по расчету на 1 л. жидкости было извлечено 1,8605 гр. N , т. е. та-же самая величина, которая получалась и при другихъ перегонкахъ. Опытъ этотъ показалъ, что выдѣленіе NH_3 идетъ при употребленіи обратнаго холодильника крайне медленно, — за 2 часа кипяченія выдѣлилось только 70,79% отъ того количества N , которое могло быть извлечено изъ клоачной массы известью. При кипяченіи клоачной жидкости безъ обратнаго холодильника для выдѣленія такого количества N требуется менѣе 5 минутъ.

Чтобы прослѣдить нѣсколько подробнѣе скорость выдѣленія NH_3 при кипяченіи съ обратнымъ холодильникомъ опытъ былъ повторенъ вновь; при этомъ второмъ опытѣ кипяченіе велось въ теченіи 6 часовъ и производился дробный учетъ выдѣляющагося NH_3 . Такъ какъ предыдущій опытъ показалъ, что выдѣленіе NH_3 идетъ очень медленно, то смѣна приѣмныхъ колбъ производилась черезъ большіе промежутки времени, а именно черезъ каждыя 2 часа. Для производства дробнаго учета было сдѣлано то-же самое приспособленіе, какое примѣнялось при опредѣленіи скорости выдѣленія NH_3 въ опытахъ, при которыхъ

нагрѣваніе жидкости производилось путемъ пропусканиі черезъ нее пара, т. е. къ трубкѣ, соединенной съ холодильникомъ и ведущей продукты перегонки въ приѣмную колбу, была присоединена трехколѣнная соединительная трубка съ краномъ. Количество клоачной массы и СаО было взято то-же самое, какъ и въ предыдущемъ опытѣ. Послѣ шестичасового кипяченія содержимое колбы было перегнано на перегонномъ аппаратѣ до-суха. Количества NH₃, по перечету его на N, выдѣлившіяся во время кипяченія съ обратнымъ холодильникомъ, приведены въ 5-ой графѣ VIII-ой таблицы, которая составлена по той-же самой схемѣ, какъ и предыдущія таблицы (II—VII).

Приведенныя данныя показываютъ, что хотя общій характеръ процесса и аналогиченъ тому, который наблюдался въ предыдущихъ опытахъ, т. е. максимумъ выдѣленія NH₃ въ началѣ перегонки и постепенное затуханіе къ концу, но крайняя длительность процесса и относительно весьма быстрое затуханіе его, повели къ тому, что за 6 часовъ кипяченія выдѣлилось въ суммѣ сравнительно не много азота,—1,4040 gr. на 1 L. жидкости. При послѣдующей перегонкѣ содержимаго колбы получено еще 0.0816 gr. N, т. е. 0,4080 gr. на 1 L. клоачной массы, такъ что въ суммѣ изъ данной пробы жидкости было выдѣлено 0,3624 gr. N, что составитъ по расчету на 1 L. клоачной массы—1,812 gr. N. Такимъ образомъ, при 6-ти часовомъ кипяченіи съ обратнымъ холодильникомъ было извлечено только 77,48% того количества N, которое можно было, при кипяченіи съ СаО, выдѣлить изъ даннаго образца клоачной массы.

Какъ показываютъ дальнѣйшія вычисленія, количество N, полученное въ результатѣ шестичасового кипяченія, не многимъ отличается отъ той предѣльной величины, которой можно было-бы достигнуть или, выражаясь точнѣе, къ которой можно было-бы, при данномъ опытѣ, практически приблизиться, если-бы вести кипяченіе непрерывно въ теченіи мѣсяца. Въ результатѣ этого кипяченія было-бы извлечено около 83% того количества N, которое возможно выдѣлить изъ данной клоачной массы, примѣняя обычный способъ перегонки. Выводъ этотъ сдѣланъ на основаніи слѣдующихъ данныхъ.

Дѣло въ томъ, что между количествомъ N и временемъ, въ теченіи котораго эти количества выдѣлялись при данномъ опытѣ, оказалось возможнымъ установить вполне опредѣленную зависимость и выразить ее въ видѣ математической формулы. Эта послѣдняя по внѣшнему виду является аналогичной константѣ скорости реакцій второго порядка, именно той формѣ этой константѣ, которую она имѣетъ когда реагирующія вещества взяты въ эквимолекулярныхъ количествахъ:

$$C = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{A-x}.$$

Въ этой формулѣ x есть количество азота выдѣливаемаго во время t , а C и A —постоянныя величины; послѣдняя изъ этихъ вели-

Таблица VIII.

Скорость выдѣленія NH_3 изъ клоачной массы известью при кипяченіи съ обратнымъ холодильникомъ.

№ п р о б ы.	Накому прожемуту времени соответствует проба.	Время взятія пробы, считая отъ начала нагреванія.		Число куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Колич. N изъ пробы.	Количество N въ пробѣ по расчету на 1 л. жидкости	Количество N, выдѣливагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробы, по результату на 1 л.	Количество N въ пробѣ въ % отъ общей суммы N, выдѣливагося за все время опыта.	Количество N, выдѣливагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробы, въ % отъ общей суммы N, выдѣливагося за все время опыта.	Количество N, въ пробѣ въ % отъ общаго количества N въ жид.	Количество N, выдѣливагося отъ начала нагреванія до момента взятія пробы, въ % отъ общаго количества N въ жид.								
		ч.	м.									Г р а м м ы.				П р о ц е н т ы.			
1	За 1-й часъ кипяченія жидкости	1	15	14,88	0,2126	1,0630	1,0630	75,71	75,71	42,32	42,32								
2	" 2-й " " "	2	15	2,53	0,0362	0,1810	1,2440	12,89	88,60	7,20	49,52								
3	" 3-й " " "	3	15	1,12	0,0160	0,0800	1,3240	5,70	94,30	3,18	52,70								
4	" 4-й " " "	4	15	0,54	0,0077	0,0385	1,3625	2,74	97,04	1,53	54,23								
5	" 5-й " " "	5	15	0,30	0,0043	0,0215	1,3840	1,53	98,57	0,86	55,09								
6	" 6-й " " "	6	15	0,28	0,0040	0,0200	1,4040	1,43	100,00	0,80	55,89								
С у м м а		6	15	19,65	0,2808	1,4040	1,4040	100,00	100,00	55,89	55,89								

Примѣчаніе: для перегонки взято 200 к. с. жидкости и 25 к. с. известковаго молока, содержащаго въ 1 л.—100 гр CaO .

чинъ представляет собою предѣльное значеніе x при $t = \infty$, т. е. тотъ максимум азота, который можетъ быть выдѣленъ при данномъ процессѣ.

Коэффициенты C и A , вычисленные на основаніи приведенныхъ въ таблицѣ VIII-ой данныхъ (графа 3-я и 5-я), соответственно равны 2,44 и 300,1; вычисленіе ихъ сдѣлано слѣдующимъ образомъ.

Количества NH_3 , выдѣлившіяся изъ 200 куб. с. клоачной массы въ теченіи одного, двухъ, трехъ и т. д. часовъ кипяченія, выраженные въ миллиграммахъ X , даютъ для t и x слѣдующій рядъ значеній:

t .	x .
1	212,6
2	248,8
3	264,8
4	272,5
5	276,8
6	280,8

Если подставить каждую изъ этихъ паръ сопряженныхъ величинъ въ приведенную выше формулу, то получимъ 6 уравненій съ двумя (C и A) неизвѣстными каждое. Рѣшеніе этихъ уравненій по-парно. а именно 1-го со 2-мъ; 3-яго съ 4-мъ и 5-го съ 6-мъ, показало, что величины C и A являются постоянными, такъ какъ во всѣхъ трехъ случаяхъ были получены довольно константныя величины:

A .	C .
299,86	2,44
298,54	2,62
302,67	2,14

Чтобы точнѣе опредѣлить эти величины были рѣшены по-парно всѣ уравненія, т. е. 1-ое со 2-мъ, 2-ое съ 3-имъ и т. д., и на основаніи полученныхъ данныхъ вычислена средняя арифметическая для A ; послѣ этого, найденная средняя была подставлена въ уравненія и опредѣлено для каждаго изъ нихъ значеніе C ; изъ найденныхъ величинъ была опредѣлена средняя арифметическая. Получившіяся при этихъ вычисленіяхъ значенія A и C были слѣдующія:

A_{1-2}	299,86	C_1	2,43
A_{2-3}	303,88	C_2	2,43
A_{3-4}	298,54	C_3	2,50
A_{4-5}	295,45	C_4	2,47
A_{5-6}	302,67	C_5	2,38
A_{1-6}	300,05	C_6	2,44

Средняя изъ этихъ величинъ для A будетъ равна 300,1, для C —

2,44; такъ что приведенная выше формула въ окончательномъ видѣ выразится:

$$2,44 = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{300,1 - x}.$$

Построенная по этой формулѣ кривая представлена на диаграммѣ VIII-ой; на этой кривой кружками обозначены точки, соответствующія найденнымъ при опытѣ. Уклоненія вычисленныхъ величинъ отъ опытныхъ данныхъ настолько незначительны, что во взятомъ масштабѣ изобразить ихъ нельзя. Насколько близки между собою указанныя сейчасъ величины показываетъ слѣдующая табличка:

t	x	
	Вычислено.	Найдено.
1	212,9	212,6
2	249,1	248,8
3	264,0	264,8
4	272,2	272,5
5	277,4	276,8
6	280,9	280,8

Наибольшая разница приходится на третью пару величинъ; но и здѣсь она составляетъ всего лишь 0,8 mgr. или 0,3%.

Изслѣдованіе этой кривой показываетъ, что она асимптотически приближается къ линіи параллельной оси абсциссъ и находящейся на разстояніи A отъ этой послѣдней; такъ что A есть maximum, котораго можетъ достигнуть величина x . Это видно изъ самой формулы кривой-а именно:

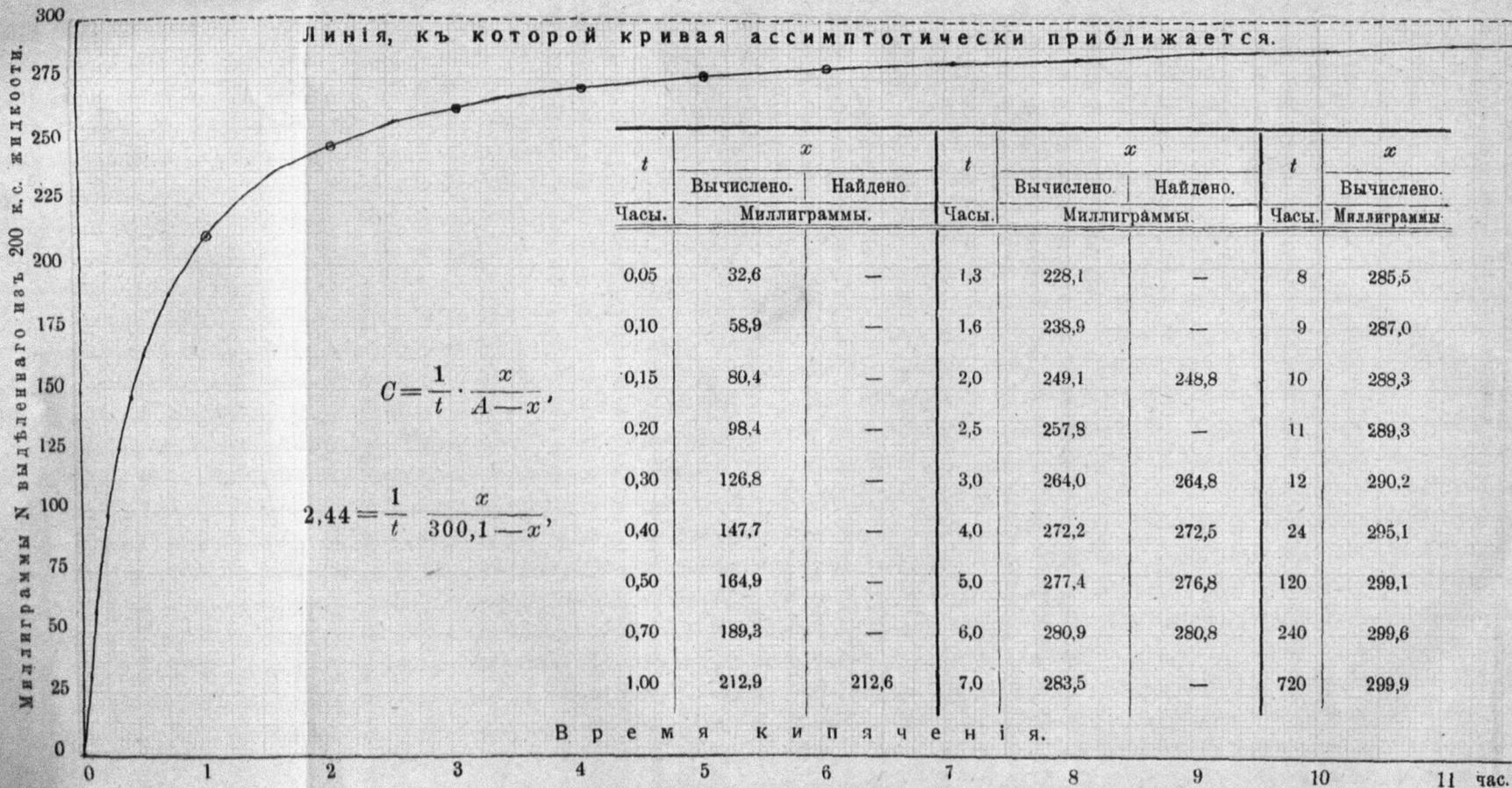
$$x = \frac{A}{1 + \frac{1}{ct}}$$

т. е. предѣлъ x при $t = \infty$ равенъ:

$$\lim_{t = \infty} \left(\frac{A}{1 + \frac{1}{ct}} \right) = \frac{A}{1 + \frac{1}{c \cdot \infty}} = \frac{A}{1 + 0} = A.$$

Итакъ, если данная формула примѣнима къ рассматриваемому случаю, а за это говорить почти полное совпаденіе найденныхъ при опытѣ и вычисленныхъ на основаніи этой формулы величинъ, maximum N , который можно было выдѣлить изъ клоачной массы при условіяхъ даннаго опыта, составляетъ 300,1 mgr. на 200 куб. с. жидкости или 1.5005 gr. на 1 L. т. е. 82.81% отъ того количества его, которое возможно было извлечь, примѣняя обычный способъ перегонки (1,812 gr. на 1 L.). Изъ этихъ данныхъ видно, что за 6 часовъ кипяченія жидкости

Скорость выдѣленія NH_3 изъ клеочной массы при обработкѣ ея $Ca(OH)_2$ путемъ кипяченія съ обратнымъ холодильникомъ.



было извлечено почти все то количество N , которое можно было извлечь при кипяченіи съ обратнымъ холодильникомъ, а именно 93,57% отъ этой послѣдней величины.

Переходя теперь къ разсмотрѣнію результатовъ опытовъ по перегонкѣ клоачной массы, выполненныхъ въ значительно большемъ масштабѣ, чѣмъ только что разсмотрѣнные, повторю вкратцѣ тѣ наблюденія и выводы, которые, на мой взглядъ, можно сдѣлать на основаніи данныхъ, изложенныхъ въ настоящей главѣ.

1. Способъ нагрѣванія клоачной массы при отгонкѣ NH_3 (кипяченіе и пропусканіе черезъ нее пара) не оказываетъ замѣтнаго вліянія на количество извлекаемаго при этомъ амміака. Аналогичное наблюденіе было сдѣлано и на основаніи цифрового матеріала, приведеннаго въ предыдущей главѣ.

2. Какъ показываютъ математическія вычисленія, при обработкѣ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, известью, примѣняя кипяченіе съ обратнымъ холодильникомъ, можно было-бы извлечь изъ нея, при очень продолжительномъ кипяченіи, только около 83% отъ того количества N , которое выдѣляется обычнымъ способомъ перегонки.

3. При тѣхъ условіяхъ, при которыхъ производилась въ разсмотрѣнныхъ опытахъ перегонка клоачной массы, скорость выдѣленія NH_3 при кипяченіи жидкости была раза въ 3—4 больше, чѣмъ при пропусканія черезъ нее пара.

4. Не смотря на значительное различіе въ скорости выдѣленія NH_3 при кипяченіи клоачной массы и при пропусканіи черезъ нее пара, общій характеръ этого процесса въ томъ и другомъ случаѣ былъ одинъ и тотъ-же, а именно: maximum выдѣленія NH_3 въ самомъ началѣ перегонки и постепенное, съ различной интенсивностью, затуханіе къ концу, при чемъ скорость этого затуханія была наибольшей при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , наименьшей—при выдѣленіи одного «летучаго» NH_3 ; что касается N нелетучихъ солей аммонія и N отщепляемаго CaO отъ органическихъ соединений, то измѣненіе скорости выдѣленія ихъ идетъ почти такъ-же (немногимъ только медленнѣе) какъ и при суммарномъ выдѣленіи NH_3 .

5. При обработкѣ клоачной массы CaO путемъ кипяченія въ колбѣ съ обратнымъ холодильникомъ выдѣленіе NH_3 шло согласно формулѣ:

$$C = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{A - x}$$

6. При перегонкахъ съ CaO выдѣленіе NH_3 шло (хотя и въ небольшихъ количествахъ) съ самага начала перегонокъ, между тѣмъ какъ выдѣленіе «летучаго» NH_3 (когда слѣдовательно CaO къ жидкости не прибавлялось) наблюдалось только послѣ нагрѣванія жидкости до температуры кипѣнія.

7. При условіяхъ аналогичныхъ тѣмъ, которыя имѣли мѣсто при данныхъ опытахъ, для суммарнаго выдѣленія NH_3 , путемъ пропуска-

вія пара через клоачную массу, требуется около 1 часа, а для послѣдовательнаго—около 3-хъ часовъ, изъ числа которыхъ 2 часа на извлеченіе «летучаго» NH_3 и 1 часъ для дальнѣйшей перегонки съ CaO . Долженъ отмѣтить здѣсь, что результаты опытовъ съ перегонками, выполненными въ болышемъ масштабѣ, не подтвердили полностью этого послѣдняго положенія.

ГЛАВА IV.

Лабораторные опыты получения сѣрниокислаго аммонія изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія.

Помимо разсмотрѣнныхъ уже опытовъ извлеченія NH_3 изъ небольшихъ количествъ клоачной массы, были произведены отгонки его въ значительно бѣльшемъ масштабѣ, при которыхъ одновременно подвергались обработкѣ, какъ я уже указывалъ, отъ 2 до 4 литровъ клоачной жидкости. Эти послѣднїе опыты, кромѣ неравенства объемовъ, отличались отъ предыдущихъ еще и самой техникой выполненія ихъ. Путемъ этихъ опытовъ имѣлось въ виду воспроизвести въ миниатюрѣ процессъ получения $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачной массы, по крайней мѣрѣ въ главнѣйшихъ его частяхъ, по той схемѣ, какая примѣняется на практикѣ при массовой переработкѣ отбросовъ. Цѣль этихъ опытовъ заключалась въ томъ, чтобы съ одной стороны провѣрить тѣ выводы, которые были сдѣланы на основанїи результатовъ перегонки малаго масштаба, а съ другой стороны ознакомиться съ ходомъ самаго процесса полученія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

При этихъ перегонкахъ нагрѣваніе клоачной массы производилось частью путемъ кипяченія ея, частью путемъ пропусканїа черезъ нее пара. Въ послѣднемъ случаѣ аппаратъ, на которомъ велись эти перегонки, имѣлъ въ окончательномъ видѣ, послѣ цѣлаго ряда измѣненїй, сдѣланныхъ на основанїи указанїй отдѣльныхъ опытовъ, слѣдующее устройство (Рис. 2).

Въ качествѣ парообразователя служила пятилитровая колба А, которая имѣла предохранительную трубку *p*, служащую въ то-же время для наполненїа колбы водою; для этого къ верхнему концу ея при помощи каучуковой трубки присоединялась воронка, черезъ которую и наливалась вода. Колба эта подогревалась при помощи одной сильной газовой горѣлки. Пары воды по трубкѣ *ee* поступали въ слѣдующую, также пятилитровую, колбу В, въ которую наливалась подлежащая отгонкѣ клоачная масса. Чтобы достигнуть болѣе тѣснаго соприкасаненїа клоачной жидкости съ паромъ, трубка *e*, приводящая паръ, на нижнемъ концѣ имѣла развилку *m*, благодаря которому паръ поступалъ въ жидкость въ видѣ двухъ отдѣльныхъ струй; этотъ развилку былъ составленъ изъ отдѣльныхъ короткихъ стеклянныхъ трубокъ, соединенныхъ между собою при помощи каучуковъ; благодаря такому устройству отдѣльныя части его обладали нѣкоторой подвижностью,

позволяющей ему проходить через горло колбы В. Из этой колбы выдѣлявшійся изъ клоачной массы NH_3 вмѣстѣ съ парами воды и газами, получающимися при перегонкѣ, проходилъ по трубкѣ *d* въ колбу С (литровую), помещенную передъ сагураторомъ на случай перебра- сыванія жидкости изъ колбы В, и затѣмъ уже, по трубкѣ *f*, поступалъ въ колбу (литровую) D, содержащую H_2SO_4 . Непоглощенные сѣрной кислотою газы и пары воды направлялись далѣе, по трубкѣ *g*, въ 10-ти литровую бутылъ *E* наполненную водою, гдѣ задерживались пары воды, а также и нѣкоторые другіе летучіе продукты перегонки, а оставшіеся газы выводились по трубкѣ *h* въ винтиляціонный каналъ тяги.

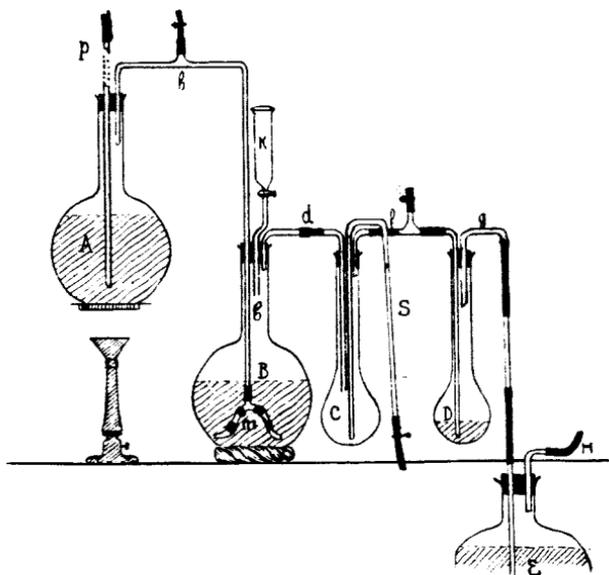


Рис. 2.

Для приливанія известковаго молока служила воронка съ краномъ (К). При помощи сифона S, имѣющагося у колбы С, можно было во время самой перегонки извлекать изъ этой колбы скопляющейся въ ней перегонъ, а также перебрашиваемую въ нее изъ колбы В клоачную массу. Среднія горизонтальныя части трубокъ *b* и *f* представляли собою стеклянныя тройники, на свободныя вѣтви которыхъ были надѣты короткія каучуковыя трубки, запирающіяся зажимами. Пользоваться этимъ послѣднимъ приспособленіемъ приходилось въ двухъ случаяхъ: во первыхъ,—при приливаніи известковаго молока, чтобы уменьшить давленіе въ колбѣ В, необходимо было открывать зажимъ, имѣющійся на трубкѣ *b*; во вторыхъ,—оба эти зажима приходилось открывать по окончаніи перегонки, чтобы предупредить возможность перетягиванія жидкости изъ одной колбы въ другую, что имѣло мѣсто при одной изъ первыхъ перегонки, когда этого приспособленія сдѣлано не было.

Таковó было устройство аппарата при извлеченія NH_3 изъ клоачной массы путемъ пропусканiя черезъ нее пара. Что касается перегонки, при которыхъ производилось кипяченiе клоачной жидкости путемъ непосредственнаго нагрѣванiя ея, то въ этихъ случаяхъ аппаратъ нѣсколько упрощался,—колба *A* и трубка *b* удалялись; получающееся отверстие въ колбѣ *B* затыкалось стеклянной палочкой и эта колба, а также и колбы *C* и *D* приподнимались настолько, чтобы можно было подставить подъ колбу *B* газовую горѣлку.

Въ томъ и другомъ случаѣ весь процессъ протекалъ въ совершенно изолированномъ пространствѣ, выдѣлявшiеся газы не проникали наружу и не портили воздухъ лабораторiи.

При всѣхъ этихъ опытахъ для поглощенiя NH_3 употреблялась H_2SO_4 въ 44,3° Вѣ, т. е. той-же концентраци, какая примѣняется въ техникѣ при полученiи сѣрнокислаго аммонiя (около 40—45° Вѣ). Но въ то время какъ въ заводской практикѣ при этой концентраци H_2SO_4 сѣрнокислый аммонiй, образующiйся въ сатураторѣ, выпадаетъ въ твердомъ видѣ въ формѣ кристалловъ, такъ какъ при взаимодействii NH_3 и H_2SO_4 на каждый 1 kg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ выдѣляется 220 калорiй тепла и происходитъ такое сильное разогрѣванiе H_2SO_4 , что не только идущей вмѣстѣ съ NH_3 водяной парь не можетъ конденсироваться въ сатураторѣ, но даже испаряется и часть воды, заключающейся въ разбавленной H_2SO_4 , здѣсь, при данныхъ опытахъ, достигнуть кристаллизацiи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ въ сатураторѣ не удалось. Это обуславливалось, мнѣ кажется, двумя причинами: во первыхъ тѣмъ, что тѣ количества H_2SO_4 , которыя брались при этихъ опытахъ (25—30 куб. сан.), были очень малы по сравненiю съ количествомъ пара, поступавнаго при перегонкахъ въ сатураторъ, а во вторыхъ почти при всѣхъ перегонкахъ полнаго насыщенiя кислоты не было и получался не $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а смѣсь $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4HSO_4 , при чемъ преобладала кислая соль, значительно болѣе растворимая чѣмъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Такъ какъ главнѣйшей задачей этихъ опытовъ было установить maximum азота, который можно извлечь изъ клоачной массы даннаго состава, то брать мѣншiя количества H_2SO_4 было рисковано, потому что въ послѣднемъ случаѣ не исключалась-бы возможность прохожденiя части NH_3 черезъ сатураторъ непоглощенной.

Въ виду того, что получать въ сатураторѣ (колба *D*) сѣрнокислый аммонiй въ формѣ кристалловъ при данныхъ условiяхъ не удавалось, содержимое сатуратора по окончанiи перегонки выпаривалось на водяной банѣ до-суха и полученный продуктъ въ теченiи нѣсколькихъ часовъ (2—3-хъ) сушился еще въ воздушномъ шкафу при температурѣ 70—80° Ц.

Прежде чѣмъ перейти къ болѣе детальному разсмотрѣнiю результатовъ, полученныхъ при данныхъ опытахъ, сдѣлаю вначалѣ нѣкоторыя общiя указанiя относительно хода процесса при этихъ перегонкахъ.

Всѣхъ перегонки доведенныхъ, болѣе или менѣе благополучно. До

конца было сдѣлано 19. Первые изъ нихъ были произведены еще тогда, когда не было установлено ни количества СаО необходимаго для извлеченія maximum'a N, ни времени достаточнаго, въ условіяхъ данныхъ опытовъ, для его выдѣленія. Такъ, при первыхъ двухъ перегонкахъ кипяченіе клоачной массы, которая была взята въ количествѣ 500 куб. сант., продолжалось менѣе 1 часа,— $\frac{3}{4}$ и $\frac{1}{2}$ часа. Въ суммѣ за обѣ перегонки получено изъ 1 L. жидкости всего лишь 5,56 gr. сѣрнокислаго аммонія или, говоря точнѣе, того продукта, который явился въ результатѣ выпариванія содержимаго сатуратора. Такой незначительный выходъ обусловливался не только недостаточностью времени, въ теченіи котораго производилась перегонка, но и дефектами сатуратора. При этихъ опытахъ выяснилось, что объемъ сосуда, служащаго сатураторомъ, долженъ быть значительно больше того, какой имѣлъ сатураторъ въ первоначально собранномъ аппаратѣ (около 300 куб. сан.), и что болѣе подходящими для этой цѣли являются колбы съ длинными горлышками, такъ какъ, при болѣе низкой формѣ ихъ, часть содержимаго перебрасывается въ видѣ брызгъ въ трубку, отводящую непоглотившіяся сѣрной кислотой газы и пары воды. Для кипяченія клоачной массы были взяты при этихъ перегонкахъ литровыя колбы. Путемъ дальнѣйшихъ опытовъ выяснилось, что при очень слабомъ кипяченіи клоачной массы и при прибавленіи къ ней парафина возможно вести перегонки 2 литровъ жидкости въ колбахъ емкостью въ $3\frac{1}{2}$ L., а 4-хъ литровъ—въ колбахъ емкостью въ 5 литровъ. Но при болѣе энергичномъ кипяченіи клоачной массы, а также при нагрѣваніи ее путемъ пропусканія пара, въ колбахъ этого послѣдняго размѣра (5 L.) объемъ перегоняемой жидкости не долженъ быть больше 2-хъ литровъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ очень значительная часть жидкости выбрасывается изъ колбы. Это особенно рѣзко проявляется при нагрѣваніи клоачной массы путемъ пропусканія пара, потому что въ этомъ случаѣ объемъ содержимаго перегонной колбы, благодаря конденсаціи въ ней паровъ воды, сильно увеличивается (иногда удваивается). Такъ какъ вести перегонки въ стеклянныхъ сосудахъ емкостью болѣе 5-ти литровъ представляетъ значительныя неудобства, въ особенности такой жидкости, какой является клоачная масса, то при большинствѣ опытовъ пришлось ограничиться указаннымъ выше объемомъ изслѣдуемой жидкости (2 L.).

Различныя фазы въ процессѣ перегонки протекаютъ слѣдующимъ образомъ. По мѣрѣ нагрѣванія клоачной массы, производится-ли оно путемъ кипяченія ея или путемъ пропусканія черезъ нее пара,—безразлично, происходитъ постепенное всплываніе осадка, такъ что по истеченіи нѣкотораго времени почти весь онъ располагается на поверхности жидкости въ видѣ довольно плотной пѣны; поелѣ этого начинается сильное вспучиваніе его,—содержимое колбы увеличивается въ объемѣ настолько, что заполняетъ почти сплошь всю ее до самаго горлышка, а при нѣкоторыхъ перегонкахъ происходило даже перебрасываніе ея

въ слѣдующую (предохранительную) колбу аппарата (Рис. 2, С.). Затѣмъ, когда жидкость начнетъ кипѣть или, въ случаѣ пропусканія пара, когда этотъ послѣдній начнетъ уже проходить черезъ жидкость, пѣна очень быстро исчезаетъ и вся масса перемѣшивается и приобретаетъ во всѣхъ слояхъ совершенно однообразный видъ. Если СаО былъ прибавленъ въ самомъ началѣ перегонки, т. е. если производилось суммарное выдѣленіе NH_3 , то вспѣиваніе и ограничивается этой первой стадіей процесса. Если-же ведется послѣдовательное выдѣленіе NH_3 , то послѣ этого перваго вспѣиванія, происходящаго при нагрѣваніи жидкости, наблюдается по прибавленіи известковаго молока вторичное вспѣиваніе, которое тоже довольно быстро (минуть черезъ 15) проходитъ и въ дальнѣйшемъ кипѣніи происходитъ очень спокойно. При пропусканіи пара во время втораго вспѣиванія при всѣхъ, прозведенныхъ по этому способу, перегонкахъ происходило перебраиваніе клоачной массы, въ то время какъ при первомъ вспѣиваніи это наблюдалось далеко не при всѣхъ перегонкахъ.

Размѣръ вспѣиванія находился въ зависимости отъ количества взвѣшенныхъ веществъ,—чѣмъ больше осадка, тѣмъ сильнѣе и вспѣиваніе. Вторая проба клоачной массы, содержащая больше осадка, давала по сравненію съ первой и болѣе энергичное вспѣиваніе. Даже въ предѣлахъ одной и той-же пробы наблюдались различія въ этомъ отношеніи между отдѣльными образцами клоачной массы; тѣ образцы, въ которые попадало больше осадка, отличались и болѣе обильнымъ вспѣиваніемъ.

При обработкѣ клоачной массы известью сильно измѣняется окраска ея: изъ зеленовато-черной, каковую она имѣетъ въ своемъ естественномъ состояніи, окраска переходитъ въ коричневую (кофейную); на интенсивность этой послѣдней окраски оказываетъ вліяніе количество СаО,—чѣмъ больше прибавлено извести, тѣмъ свѣтлѣе получается окраска.

Пары воды и газообразные продукты перегонки прежде чѣмъ достигнуть сатуратора (D) проходили, при описанномъ выше устройствѣ перегоннаго аппарата, черезъ предохранительную колбу С, гдѣ во время хода перегонки скоплялось довольно значительное количество жидкости; здѣсь-же задерживалась и пѣна перебрасываемая изъ колбы В. Собирающаяся въ колбѣ С жидкость время отъ времени сливалась изъ этой колбы при помощи сифона (S) и переливалась обратно въ перегонную колбу. Чтобы опредѣлить количество NH_3 , которое можетъ задержаться въ этой колбѣ, при одной изъ перегонокъ (9-ой)¹⁾ переливанія жидкости изъ этой колбы сдѣлано не было. и вся она (435 куб. сант.), по окончаніи опыта, была вновь перегнана съ избыткомъ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на перегонномъ аппаратѣ обычнаго типа. При этой перегонкѣ было получено всего лишь 0,0149 гр. N, въ то время какъ общее количество

1) См. таблицу IX-ую.

N, извлеченнаго при этомъ опытѣ и задержаннаго въ сатураторѣ, было равно 4,464 г. и, слѣдовательно, задержавшееся въ колбѣ C количество аммиачнаго N составляло только 0,33% отъ этой величины.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда перебрасывающія клоачной массы изъ перегонной колбы не было (при отгонкѣ одного летучаго NH_3), можно было замѣтить, что скопляющаяся въ предохранительной колбѣ жидкость имѣетъ очень красивый изумрудный цвѣтъ и обладаетъ сильнымъ зловоніемъ. Приведенный выше анализъ показываетъ, что содержаніе отщепляемаго известью въ формѣ амміака азота въ этой жидкости не велико.

Что касается поглощенія NH_3 въ сатураторѣ (колба D), то процессъ этотъ съ внѣшней стороны сопровождается слѣдующими явленіями. Какъ только продукты перегонки достигнутъ сатуратора, сѣрная кислота сейчасъ-же нѣсколько подымается по трубкѣ, приводящей газы; на внутренней поверхности этой трубки, тамъ, гдѣ она смочена H_2SO_4 , появляется бѣлый налетъ, который, переходя въ сѣрную кислоту, находящуюся въ это время въ трубкѣ, образуетъ въ ней бѣлую муть. Послѣ этихъ первыхъ моментовъ энергичнаго поглощенія, газы и пары начинаютъ проходить черезъ H_2SO_4 ; эта послѣдняя быстро пріобрѣтаетъ желтую или желтовато-розовую, тѣлеснаго цвѣта, окраску и сильно разогрѣвается. При большинствѣ перегонокъ H_2SO_4 сразу принимала желтовато-розовую окраску, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ сначала появлялась канареечно-желтая окраска, которая уже постепенно пріобрѣтала розовый оттѣнокъ; были случаи когда этого оттѣнка не появлялось вовсе. Кромѣ того съ самаго-же начала замѣчается небольшое помутнѣніе сѣрной кислоты. По мѣрѣ теченія перегонки иногда наблюдалось появленіе въ H_2SO_4 окрашенныхъ въ малиново-черный цвѣтъ хлопьевъ, имѣющихъ вначалѣ видъ очень маленькихъ крупинокъ, которыя уже потомъ, постепенно соединяясь, образовали хлопья. Если такія хлопья не выпадали во время самаго процесса перегонки, то они появлялись позднѣе при выпариваніи содержимаго сатуратора на водяной банѣ и придавали получающемуся послѣ выпариваніи продукту розоватую окраску. Интенсивность окраски была неодинакова для различныхъ образцовъ сѣрнокислаго аммонія. Хотя при нѣкоторыхъ перегонкахъ и не замѣчалось ни появленія хлопьевъ, ни розоватаго оттѣнка въ окраскѣ H_2SO_4 , которая все время оставалась окрашенной въ желтый цвѣтъ, но все равно при выпариваніи содержимое сатуратора пріобрѣтало розовую окраску, на поверхности чашки появлялся розовый налетъ, и получающійся сѣрнокислый аммоній имѣлъ розоватый оттѣнокъ. Но въ общемъ этихъ хлопьевъ получалось не много, такъ что путемъ фильтраціи не удалось собрать ихъ въ количествѣ достаточномъ для анализа.

Какъ я уже указывалъ, часть поступавшихъ въ сатураторъ паровъ воды задерживалась H_2SO_4 . Количество собиравшейся въ сатураторѣ воды варіировало отъ 300 до 600 куб. сант., при чемъ количество

это не зависило от количества проходящего через сатураторъ пара, а обуславливалось только продолжительностью перегонокъ. Таимъ, если взять относящіяся сюда данныя для тѣхъ перегонокъ, которыя велись при вполне тождественныхъ условіяхъ, то получимъ слѣдующее:

№ перегонокъ.	Проходило въ формѣ пара въ теченіи 1 часа.	Задерживалось въ сатураторѣ въ теченіи каждаго часа.	Количество поглощен. вой H ₂ O въ % отъ поступившаго количества.
12	145 куб. с.	140 куб. с.	97,7%
11	249. " "	145 " "	58,4 " "
9	288 " "	150 " "	52,0 " "
17	313 " "	144 " "	46,1 " "
13	368 " "	148 " "	40,3 " "
18	520 " "	147 " "	28,2 " "
19	950 " "	145 " "	22,8 " "

Во всѣхъ этихъ случаяхъ въ единицу времени (въ 1 часъ) поглощалось одно и то-же количество пара, составляющее въ среднемъ 145,6 куб. сант. воды, не смотря на громадныя различія въ количествахъ пара, поступавшихъ за то-же самое время въ сатураторъ. Послѣдняя графа показываетъ, что чѣмъ больше поступало пара, тѣмъ меньшій процентъ его поглощался,—при поступленіи въ теченіи часа количества пара равнаго 145 куб. с. поглотилось 97,7%, при 950 куб. с. поглотилось только 22,8%.

Что касается времени, которое требовалось для доведенія клоачной массы до температуры кипѣнія при нагрѣваніи ее непосредственно на газовой горѣлкѣ, а также и путемъ пропусканія черезъ нее пара, то относящіяся сюда данныя приведены въ таблицѣ IX-ой (графы 5—8).

Послѣ этихъ общихъ указаній относительно хода процесса перегонки клоачной массы, въ условіяхъ данныхъ опытовъ, перейду къ разсмотрѣнію полученныхъ при этихъ опытахъ результатовъ. Относящіяся сюда цифровой матеріалъ сведенъ въ таблицѣ IX-ой. Перечислять здѣсь заголовки всѣхъ рубрикъ этой таблицы я не буду, а слѣлаю только слѣдующія указанія: графы 5—7 относятся къ перегонкамъ, при которыхъ нагрѣваніе клоачной массы производилось путемъ пропусканія пара; графа 8-я—къ опытамъ, при которыхъ производилось непосредственное кипяченіе клоачной жидкости; данныя, приведенныя въ рубрикѣ 11-ой, показываютъ: для перегонокъ съ кипяченіемъ клоачной массы,—количество воды испарившейся изъ перегонной колбѣ за все время кипяченія; для перегонокъ съ пропусканіемъ пара,—количество воды испарившейся въ парообразователѣ (колба А перегоннаго аппарата); рубрика 19-ая показываетъ количества, приходящіяся на 1 л. клоачной массы, того продукта, который получался въ результатѣ вы-

парвація п слабого подсушиванія содержимаго сатуратора; этотъ продуктъ, кромѣ перегонокъ 7-ой и 9-ой, гдѣ получилась нейтральная сѣрноокислая соль аммонія, представлялъ собою, не считая воду и небольшое количество постороннихъ примѣсей, смѣсь $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4HSO_4 ; въ графѣ 20-ой приведены количества $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, соответствующія тѣмъ количествамъ N, который былъ выдѣленъ при той или иной перегонкѣ и, количества котораго приведены въ слѣдующей 21-ой графѣ таблицы; на основаніи данныхъ этой послѣдней графы и вычислены количества $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, указанные въ рубрикѣ 20-ой.

Первыя восемь перегонокъ относятся къ 1-ой пробѣ клоачной массы, всѣ остальныя—ко II-ой пробѣ. Изъ числа перегонокъ, сдѣланныхъ съ клоачной жидкостью 1-ой пробы, только 3 послѣднія, а именно перегонки 6-ая, 7-ая и 8-ая прошли вполне гладко,—никакихъ потерь при нихъ не произошло; въ остальныхъ-же случаяхъ (перегонки 1—5) былъ рядъ неудачъ благодаря дефектамъ въ устройствѣ перегоннаго аппарата и поэтому данныя, полученныя при этихъ перегонкахъ, не могутъ приниматься во вниманіе при рѣшеніи вопроса о выходахъ сѣрноокислаго аммонія²⁾; на этомъ основаніи не было произведено и анализовъ полученныхъ при этихъ перегонкахъ образцовъ сѣрноамміачной соли. Между прочимъ отмѣчу здѣсь, что при перегонкѣ 5-ой для поглощенія NH_3 была взята H_2SO_4 уд. в. 1,84, т. е. 65,9° Вѣ, но и при этой концентраціи количество задержавшейся въ сатураторѣ воды было значительно и кристаллизаціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ въ сатураторѣ не было; правда количество H_2SO_4 было очень невелико,—всего лишь 8 куб. сант.

Для перегонокъ 6-ой, 7-ой и 8-ой, относящихся къ первой пробѣ клоачной массы, было взято по 4 л. жидкости; извлеченіе NH_3 производилось суммарно,—безъ предварительнаго выдѣленія «летучаго» амміака; перегонки эти отличались между собою только по количеству извести, прибавленной къ клоачной массѣ: при первой изъ числа этихъ перегонокъ известковое молоко было взято въ количествѣ соответствующемъ 7,5 гр. CaO на 1 л. жидкости, при второй—10,0 гр. CaO , а при третьей—12,5 гр. CaO . Въ результатѣ двухчасового кипяченія было получено въ первомъ случаѣ 1,004 гр. N на 1 л. жидкости, а въ двухъ послѣднихъ почти одинаковое количество его,—1,610 гр. и 1,595 гр., т. е. увеличеніе количества CaO съ 10,0 гр. на 12,5 гр. не оказало повышающаго вліянія на выходъ NH_3 . Послѣднее находится въ противорѣчій съ данными, полученными при соответствующихъ опытахъ съ малыми объемами клоачной массы, гдѣ увеличеніе количества CaO съ 10,0 гр. до 12,5 гр. на 1 л. жидкости вызывало повышеніе выхода азота на значительную величину,—на 7,5%. Кромѣ этого необходимо отмѣтить, что и общій выходъ N при данныхъ опытахъ получился значительно меньше, чѣмъ при перегонкахъ съ небольшими

²⁾ Цифровой матеріалъ относящійся къ этимъ перегонкамъ внесенъ въ таблицу для того, чтобы указать предварительную обработку тѣхъ клоачныхъ массъ, которыя послужили для приготоовленія пудреговъ II, III и IV-го (см. главу V).

количествами клоачной массы. На основании результатов этих последних перегонки можно было принять средний выход аммиака для первой пробы клоачной массы равным 1,817 гр. азота на 1 л. жидкости, что будет соответствовать 8,57 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Здесь же в среднем получено только 7,56 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, т. е. на 11,8% меньше. Мне думается, что причина малого выхода N при данных опытах, а также и того, что увеличение количества CaO с 10,0 гр. до 12,5 гр. на 1 л. жидкости не оказало влияния на величину этого выхода, заключается в недостаточности времени кипячения (2 часа). Дело в том, что при опытах с небольшими количествами клоачной массы перегонка производилась почти до-суха, здесь же за все время перегонки испарилось всего лишь около 18% жидкости и весьма возможно, что путем дальнейшего кипячения можно было бы извлечь еще значительное количество N, а также могло бы сказаться и различие в количествах извести. Къ сожалѣнію проверить это на опытѣ не удалось, такъ какъ вся первая проба клоачной массы была уже использована.

Что касается перегонки сдѣланныхъ со II-ой пробой клоачной массы, то онѣ дали результаты относительно выхода $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ вполне согласные съ тѣми, которые были получены при опытахъ съ небольшими количествами изслѣдуемой жидкости. Всѣхъ относящихся сюда перегонки было 11; изъ числа этихъ перегонки 9 сдѣланы съ нагреваніемъ жидкости путемъ пропусканія черезъ нее пара, а двѣ (перегонки 18 и 19-ая) съ непосредственнымъ кипяченіемъ клоачной массы. Въ томъ и другомъ случаѣ выдѣленіе NH_3 производилось и послѣдовательное и суммарное. Кромѣ того, отдѣльныя перегонки отличались между собою и продолжительностью времени, въ теченіи котораго производилось извлеченіе аммиака. При всѣхъ опытахъ объемъ подвергавшейся обработкѣ клоачной массы былъ одинъ и тотъ же,—2 литра. При суммарномъ выдѣленіи NH_3 известковое молоко прибавлялось по расчету 10,0 гр. CaO на 1 л. жидкости, при послѣдовательномъ же—7,5 гр. CaO, кромѣ перегонки 13-ой, при которой было взято 10,0 гр. CaO. Эти нѣсколько избыточные количества CaO при послѣдовательномъ извлеченіи NH_3 объясняются слѣдующимъ. Дело въ томъ, что то количество CaO, которое было соответствующимъ опытами определено какъ достаточное для отгонки maximum'a NH_3 при послѣдовательномъ выдѣленіи его изъ клоачной массы, а именно 5,0 гр. CaO на 1 л. жидкости, относится къ тому случаю, когда, предварительной обработкой, изъ жидкости будетъ выдѣленъ весь «летучій» NH_3 . Если же этого сдѣлано не будетъ, т. е. если часть «летучаго» NH_3 останется невыдѣленной, то для послѣдующей обработки клоачной массы известью, этой послѣдней потребуется большее количество, такъ какъ известная часть ея пойдетъ на выдѣленіе «летучаго» NH_3 . Подобный случай могъ имѣть мѣсто при нѣкоторыхъ изъ перегонки, включенныхъ, по схемѣ, въ составъ разсматриваемыхъ сейчасъ опытовъ. Было замѣчено при перегонкахъ 9-ой, 10-ой и 17-ой вести выдѣленіе «летучаго» NH_3 въ те-

ченія всего лишь одного часа и при этихъ условіяхъ часть «летучаго» NH_3 могла остаться невыдѣленной; поэтому для этихъ перегонокъ нужно было взять нѣсколько ббльшее количество CaO . Съ другой стороны, опыты, при которыхъ опредѣлялось количество CaO необходимое для извлеченія изъ II-ой прсбы клоачной массы maximum'a NH_3 , указывали на существованіе какого-то optimum'a для CaO , при переходѣ черезъ который выходъ NH_3 начиналъ уменьшаться. Поэтому было желательно, въ цѣляхъ полученія сравнимыхъ между собою результатовъ, при всѣхъ перегонкахъ, входящихъ въ данную серію опытовъ, брать одинаковое количество CaO . Въ виду того, что 5,0 gr. CaO на 1 L. жидкости могло быть недостаточнымъ для перегонкѣ 10-ой и 17-ой, было прибавлено при всѣхъ перегонкахъ съ послѣдовательнымъ выдѣленіемъ NH_3 по 7,5 gr. CaO на 1 L. жидкости. Что касается перегонки 13-ой, то она являлась какъ-бы связующимъ звеномъ между перегонками съ послѣдовательнымъ выдѣленіемъ NH_3 съ одной стороны и перегонками съ суммарнымъ (одновременнымъ) выдѣленіемъ его съ другой. Поэтому при этой перегонкѣ взято то-же количество CaO , какое употреблялось при одновременномъ выдѣленіи всего NH_3 , т. е. при перегонкахъ 14-ой, 16-ой и 18-ой.

По поводу отдѣльныхъ перегонкѣ, входящихъ въ составъ этого опыта, необходимо отмѣтить еще слѣдующее. Десятая перегонка, являющаяся повтореніемъ 9-ой, была сдѣлана въ виду того, что при этой послѣдней перегонкѣ (9-ой) получилась нейтральная сѣрно-амміачная соль—вся H_2SO_4 оказалась нейтрализованной и, слѣдовательно, могла произойти потеря части выдѣлившагося изъ клоачной массы NH_3 , и дѣйствительно при 10-ой перегонкѣ, при которой, также какъ и при всѣхъ послѣдующихъ, было взято ббльшее количество H_2SO_4 , выходъ NH_3 получился нѣсколько ббльшій.—2,280 gr. на L. жидкости, а при 9-ой перегонкѣ 2,232 gr. Хотя разница и не велика и можетъ быть приписана неоднородности отдѣльныхъ образцовъ клоачной массы, но все же при дальнѣйшихъ вычисленіяхъ пользоваться результатомъ 9-ой перегонки я не буду.

Далѣе необходимо еще указать на перегонку 12-ую и 13-ую. Онѣ отличаются, *по заданію опыта*, только количествомъ CaO . Въ послѣдней изъ числа этихъ перегонкѣ, гдѣ было больше CaO , получилось больше и азота; откуда можно было-бы заключить, что 7,5 gr. CaO являются недостаточными для выдѣленія всего NH_3 , такъ какъ увеличеніе извести вызвало и увеличеніе выхода NH_3 . Но возможность такого заключенія отпадаетъ во первыхъ въ виду того, что при 10-ой перегонкѣ, гдѣ было взято также 7,5 gr. CaO получился тотъ maximum N, который могъ быть выдѣлить изъ клоачной массы при выпариваніи ее съ CaO до-суха, и поэтому нельзя допустить въ данномъ случаѣ недостатка въ CaO . Съ другой стороны, не говоря уже о неоднородности клоачной массы, здѣсь могла проявиться и вѣроятнѣе всего п проявилась иная причина. Я уже отмѣчалъ, что давленіе въ газовой сѣти,

обслуживающей лабораторію, подвержено довольно сильнымъ колебаніямъ, что сказывается иногда рѣзкимъ измѣненіемъ въ интенсивности пламени горѣлокъ. Такъ какъ вся серія разсматриваемыхъ перегонкѣ была сильно растянута во времени, то такія измѣненія въ давленіи газы можно было замѣтить и при данныхъ опытахъ. Не смотря на то, что при уменьшеніи пламени горѣлки, а горѣлка при всѣхъ этихъ опытахъ была одна и та-же, она и приближалась къ колбѣ, но достигнуть этимъ путемъ одинаковой интенсивности кипѣнія воды въ паробразователѣ въ дѣйствительности не удавалось, хотя съ внѣшней стороны, на-глазъ, и казалось, что кипѣніе происходило во всѣхъ случаяхъ одинаково. Доказательствомъ этого служатъ данныя, помѣщенные въ графѣ 5-ой, 6-ой и 13-ой таблицы IX-ой. Если сравнить между собою относящіяся сюда цифры графы 13-ой, то окажется, что при 13-ой перегонкѣ количество пара, поступающаго въ сатураторъ, было въ 2¹/₂ раза больше, чѣмъ при перегонкѣ 12-ой, и, слѣдовательно, интенсивность процесса выдѣленія амміака была въ томъ и другомъ случаѣ не одинакова. Этимъ мнѣ кажется и можетъ быть объясненъ избытокъ NH₃, выдѣленный при перегонкѣ 13-ой.

Что касается 15-ой перегонки, то результатомъ этой перегонки нельзя пользоваться, такъ какъ въ данномъ случаѣ могли быть потери NH₃ благодаря тому, что во время этой перегонки образовалась трещина на предохранительной колбѣ ³⁾.

Послѣ этихъ замѣчаній перехожу къ разсмотрѣнію данныхъ, полученныхъ при опытахъ съ нагрѣваніемъ жидкости путемъ пропуска пара, и, для удобства сопоставленія между собою относящагося сюда цифрового матеріала, скомбинирую его въ слѣдующую таблицу:

№ перегонки.	Продолжительность времени прохождения пара черезъ клапанную массу.				Количество N выдѣленнаго изъ 1 л. жидкост.	Количество (NH ₄) ₂ SO ₄ соответствующее выдѣленному количеству N.				
	Безъ CaO.									
	Ч	а	с	ы	Г	р	а	м	м	ы.
17	1	+	1		1,938				9,14	
12 я 13	2	+	1		2,035				9,60	
11	2	+	2		2,214				10,44	
10	1	+	2		2,280				10,75	
14	—			2	2,208				10,41	
16	—			3	2,193				10,34	

Эта табличка ясно показываетъ ту схему, по которой былъ выполненъ данный опытъ. Она была составлена примѣнительно къ тому

³⁾ Даныя относящіяся къ этой перегонкѣ включены въ таблицу IX-ую только для того, чтобы показать происхождение X-го образца сѣрнокислага аммонія.

выводу, который былъ сдѣланъ въ концѣ предыдущей главы на основаніи данныхъ, полученныхъ при опредѣленіи скорости выдѣленія NH_3 при пропусканіи черезъ клоачную массы пара, а именно, что для суммарнаго выдѣленія NH_3 при условіяхъ аналогичныхъ тѣмъ, которыя имѣли мѣсто при указанныхъ опытахъ, требуется около 1 часа, а для послѣдовательнаго выдѣленія—около 3-хъ часовъ, изъ числа которыхъ 2 часа на извлеченіе «летучаго» NH_3 и 1 часъ для дальнѣйшей перегонки съ CaO .

Какъ видимъ первый изъ числа указанныхъ выводовъ не подтверждается результатами данныхъ перегонокъ,—одного часа для выдѣленія всего NH_3 не достаточно; въ противномъ случаѣ первая комбинація (перегонка 17-ая) должна-бы дать значительно большій выходъ N, такъ какъ при этой перегонкѣ подвергалась обработкѣ CaO въ теченіи 1 часа клоачная масса, изъ которой часть «летучаго» NH_3 была уже удалена. Съ другой-же стороны сопоставленіе перегонокъ 14-ой и 16-ой показываетъ, что для суммарнаго выдѣленія амміака достаточно 2-хъ часовъ и дальнѣйшее увеличеніе времени (перегонка 16-ая) не вызываетъ прибавки NH_3 .

Что касается второго вывода, то онъ подтверждается данными этихъ перегонокъ только въ первой своей части, а именно, что для послѣдовательнаго выдѣленія NH_3 достаточно 3-хъ часовъ; само собой понятно, что всѣ эти сроки могутъ имѣть значеніе лишь для условій подобныхъ тѣмъ, которыя имѣли мѣсто при данныхъ опытахъ. Относительно-яче распредѣленія этого времени данныя опыты приводятъ къ выводу диаметрально противоположному, т. е. что для извлеченія «летучаго» NH_3 достаточно вдвое мѣншаго времени, чѣмъ для послѣдующей обработки клоачной массы известью. Это видно изъ сопоставленія комбинацій 1-ой и 2-ой, а также каждой изъ нихъ съ послѣдующими двумя: при увеличеніи времени выдѣленія «летучаго» NH_3 съ 1 часа до 2-хъ часовъ, прибавки въ количествѣ полученнаго въ суммѣ N или $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ незначительны,—0.097 gr. на 1 L. жидкости для N и 0.46 gr. для $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; при увеличеніи-же на 1 часъ времени обработки клоачной массы известью, соотвѣтствующія прибавки составляютъ—для азота 0,342 gr. (комбинація 4-ая и 1-ая) и 0,179 gr. (комбинація 3-ья и 2-ая), а для сѣрнокислаго аммонія,— 1.61 gr. въ первомъ случаѣ и 0,84 gr. во второмъ. Необходимо здѣсь отмѣтить, что результатъ 11-ой перегонки является трудно объяснимымъ; видимо въ данномъ случаѣ оказалась влияніе какая-то случайная причина.

Итакъ на основаніи данныхъ этихъ перегонокъ выходитъ, что рѣшающая роль принадлежитъ второй фазѣ процесса, т. е. обработкѣ клоачной массы известью, а полнота выдѣленія «летучаго» NH_3 какъ-бы не имѣетъ существеннаго значенія.

Но съ другой стороны необходимо замѣтить, что данный вопросъ является болѣе сложнымъ, о чемъ я говорилъ уже и въ предыдущей главѣ. Дѣло въ томъ, что при этихъ перегонкахъ были взяты избыточ-

ныя количества извести и быть можетъ, если-бы были меньшія дозы ея, т. е. такія, при посредствѣ которыхъ можно вытѣснить только азотъ, выдѣляемый известью сверхъ азота «летучаго» NH_3 , то при перегонкѣ 10-ой и близкой къ ней по результатамъ 9-ой maximum'альный выходъ N не получился-бы, такъ какъ могло-бы не хватить CaO , и при этихъ условіяхъ могла-бы имѣть мѣсто иная группировка взятыхъ комбинацій. Поэтому нельзя сказать, что данные опыты опровергаютъ высказанное раньше предположеніе.

Во всякомъ случаѣ общее количество времени для перегонокъ, установленное на основаніи данныхъ, полученныхъ при опредѣленіи скорости выдѣленія амміака, было въ разсматриваемыхъ сейчасъ опытахъ, по крайней мѣрѣ при нѣкоторыхъ перегонкахъ, вполне достаточнымъ для выдѣленія изъ клоачной массы maximum'a NH_3 и слѣдовательно на главный вопросъ, изъ числа поставленныхъ этимъ опытомъ, на вопросъ о количествѣ NH_3 , которое можно извлечь изъ данной клоачной массы, эти опыты дали вполне опредѣленный отвѣтъ. Что же касается времени, которое потребуется на практикѣ для выдѣленія этого количества NH_3 , то этотъ вопросъ всецѣло зависитъ отъ тѣхъ условій, при которыхъ будетъ вестись процессъ, и конечно, лабораторнымъ путемъ разрѣшенъ быть не можетъ.

Относительно вліянія на выходы NH_3 послѣдовательнаго и суммарнаго выдѣленія его, то данныя опыты подтверждаютъ сдѣланный ранѣе выводъ, что въ первомъ случаѣ, т. е. путемъ послѣдовательнаго выдѣленія можно извлечь большее количество амміака. Это видно изъ сравненія перегонокъ 14-ой и 16-ой съ 10-ой и даже съ 11-ой. Что касается перегонки 13-ой, которая по схемѣ опыта предназначалась для этого сравненія, такъ какъ комбинація времени, намѣченная для этой перегонки, предполагалась наиболѣе выгодной, то съ нею дѣлать сравненія, конечно, уже нельзя, разъ выяснилось, что при данныхъ опытахъ при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 нужно было вести обработку клоачной массы известью въ теченіи 2-хъ часовъ.

Нѣсколько большее количество NH_3 при послѣдовательномъ выдѣленіи получилось и въ опытахъ съ кипяченіемъ клоачной жидкости; такъ, при 19-ой перегонкѣ, при которой примѣнено послѣдовательное извлеченіе, общій выходъ N составилъ 2,258 гр. на 1 л. жидкости, а при 18-ой, гдѣ было сдѣлано одновременное выдѣленіе его, получено 2,219 гр. N на 1 л. жидкости. Хотя въ данномъ случаѣ на размѣръ выхода NH_3 могло оказать вліяніе и другое обстоятельство,—неравенство условій, получившееся при этихъ двухъ перегонкахъ. Какъ показываютъ числа 11-ой графы таблицы IX-ой, при 18-ой перегонкѣ испарилось за время кипяченія примѣрно половина всего объема взятой жидкости, а при 19-ой, т. е. при 3-хъ часахъ кипяченія, жидкость выпарилась почти до-суха.

Это послѣднее обстоятельство не позволяетъ, конечно, дѣлать сравненіе результата этой перегонки съ соответствующими данными

перегонку, при которыхъ выдѣленіе NH_3 производилось путемъ пропуска пара, такъ какъ условія для теченія процесса были очень различны. Что-же касается перегонки 18-ой, то она дала результатъ вполне совпадающій съ результатомъ 14-ой перегонки, т. е. двухчасовое кипяченіе жидкости и двухчасовое пропусканіе пара черезъ нее оказали совершенно одинаковое вліяніе на выходъ NH_3 .

Если сравнить количества азота, извлеченнаго при этихъ опытахъ изъ второй пробы клоачной массы, съ соотвѣтственными величинами, полученными при перегонкахъ меньшихъ объемовъ жидкости (100—200 куб. сант.), то окажется, что въ томъ и другомъ случаѣ maximum выхода амміака составляетъ одну и ту-же величину. При прежнихъ опытахъ было получено, какъ maximum,—2,282 gr. N на 1 L. жидкости, при перегонкахъ-же, о которыхъ идетъ сейчасъ рѣчь, наибольшее количество азота (перегонка 10-ая) составляетъ 2,280 gr. на 1 L; первая величина равна 77,15% отъ общаго количества N, заключавшагося въ жидкости служившей для опыта, вторая—77,24%, т. е. полное совпаденіе. Что касается первой пробы клоачной массы, то при данныхъ опытахъ выходъ азота получился, по сравненію съ прежними опытами, значительно меньше,—1,610 gr. на 1 L. жидкости или 65,50% отъ общаго количества N, заключавшагося въ этой пробѣ, въ то время какъ въ опытахъ ранѣе рассмотрѣнныхъ, въ соотвѣтствующемъ случаѣ, т. е. при суммарномъ выдѣленіи NH_3 , было получено изъ 1 L. жидкости, какъ maximum,—1,860 gr. N или 74,04%, а при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 нѣсколько больше,—1,878 gr. N или 74,76% отъ общаго количества N въ жидкости. Послѣднія числа относятся къ тому случаю, когда извлеченіе NH_3 изъ клоачной массы было произведено путемъ пропуска черезъ нее пара. Я привелъ ихъ здѣсь для того, чтобы показать тотъ maximum азота, который удалось достигнуть въ опытахъ съ первой пробой клоачной жидкости при обработкѣ ея известью.

Что касается средняго выхода NH_3 при данныхъ опытахъ, то для первой пробы клоачной массы онъ составляетъ 1,603 gr. N (среднее для перегонокъ 7-ой и 8-ой) или 7,56 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на 1 L. жидкости, для второй пробы,—2,153 gr. N или 10,15 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Въ среднемъ, слѣдовательно, при этихъ опытахъ изъ 1 L. жидкости было извлечено 1,878 gr. N, что соотвѣтствуетъ 8,86 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Приведенную величину, полученную, такъ сказать, чисто механическимъ путемъ,—путемъ выведенія арифметическихъ среднихъ изъ результатовъ всѣхъ перегонокъ ⁴⁾,—нельзя разсматривать какъ средней возможный выходъ сѣрнокислота аммонія изъ клоачной массы даннаго состава, такъ какъ нѣкоторые перегонки, результаты которыхъ были взяты для вычисленій, произведены при условіяхъ, какъ мы видѣли, явно неподходящихъ и послужили, конечно, къ уменьшенію средняго вывода.

⁴⁾ При вычисленіи средней были исключены для II-ой пробы клоачной массы только перегонки 9-ая и 15-ая.

Такъ какъ разсмотрѣнными сейчасъ опытами изчерпывается весь цифровой матеріалъ, полученный мною по вопросу о количествѣ NH_3 , которое можно извлечь изъ данной клоачной массы при обработкѣ ея известью, то попытаюсь путемъ сопоставленія всѣхъ относящихся сюда данныхъ опредѣлить на какой средний выходъ сѣрнокислаго аммонія изъ клоачной массы служившей для изслѣдованія можно разсчитывать.

Въ основу этихъ вычисленій будетъ всего надежнѣе, мнѣ кажется, положить данныя, полученныя при послѣднихъ, изъ числа разсмотрѣнныхъ, перегонкахъ, а именно тѣ изъ нихъ, которыя относятся ко второй пробѣ клоачной массы. Само собой разумѣется, что нельзя принимать во вниманіе результаты перегонки, произведенныхъ при условіяхъ явно неподходящихъ, т. е. перегонку 12-ой, 13-ой и 17-ой, при которыхъ время обработки жидкости CaO было недостаточно; кромѣ того, нужно исключить перегонку 9-ую, при которой могли быть потери NH_3 благодаря недостаточному количеству H_2SO_4 ; о перегонкѣ 15-ой я, конечно, уже и не говорю. Всѣ остальные перегонки, при которыхъ время обработки было достаточнымъ, дали очень близкіе между собою результаты,—колебанія въ количествахъ N , выдѣленнаго изъ 1 L. жидкости, лежатъ въ предѣлахъ отъ 2,193 до 2,280 gr. Въ общей сложности за эти 6 перегонку подверглись обработкѣ 12 литровъ клоачной массы и получено въ суммѣ 26,744 gr. N , отвѣчающихъ 126,12 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Уже эти два факта,—постоянство результатовъ и самый масштаб этихъ перегонку—служатъ извѣстной гарантійей надежности полученныхъ при нихъ данныхъ. Кромѣ того, еще слѣдующее обстоятельство можетъ служить, мнѣ думается, иѣкоторымъ показателемъ извѣстной характерности результатовъ, достигнутыхъ при этихъ перегонкахъ, для данной клоачной массы. Такъ если вычислить на основаніи данныхъ, относящихся къ этимъ опытамъ, максимумъ NH_3 , то получится полное совпаденіе съ соотвѣтствующей величиной, выведенной раньше изъ результатовъ перегонку, выполненныхъ въ маломъ масштабѣ, а именно: максимумъ N полученъ при 10-ой перегонкѣ; найденное количество N составляетъ 77,24% отъ общаго количества N въ данной пробѣ жидкости; если принять, что этотъ % выражаетъ собою не только максимумъ выхода N для второй пробы клоачной массы, но является также примѣнимымъ и ко всей жидкости и, если взять этотъ % отъ средняго содержанія N въ данной жидкости (2,714 gr. N въ 1 L.), то получимъ 2,096 gr. N на 1 L. жидкости, что будетъ соотвѣтствовать 9,88 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; а величина вычисленная раньше⁵⁾ на основаніи совершенно другихъ данныхъ была равна,— 2,099 gr. N или 9,90 gr. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на 1 L. жидкости, т. е., какъ видимъ, получается полное совпаденіе. Всѣ приведенныя сейчасъ факты служатъ, на мой взглядъ, доказательствомъ того, что данныя, полученныя при указанныхъ выше перегонкахъ, нельзя считать случайными и

⁵⁾ См. стр. 276.

на нихъ можно основывать расчетъ средняго выхода сѣрнокислата аммонія изъ данной клоачной массы.

Количество азота, выдѣленное при шести указанныхъ выше перегонкахъ, составляетъ въ среднемъ 2,229 гр. на 1 L. жидкости или 75,5% отъ общаго количества N, заключавагося во второй пробѣ клоачной массы; это будетъ соответствовать 10,51 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Принимая, на основаніи выше изложеннаго, что относительный выходъ N для данной клоачной массы тотъ-же, что и для второй пробы ея, т. е. равенъ 75,5%, и, что общее количество N составляетъ въ среднемъ 2,714 гр. на каждый литръ ея, получимъ, что абсолютная величина искомаго выхода равна 2,049 гр. N или 9,66 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на 1 L. жидкости.

Итакъ на основаніи полученныхъ при данныхъ опытахъ результатовъ можно принять, что возможный средній выходъ сѣрнокислата аммонія изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, будетъ равенъ 9,66 гр. на 1 L. жидкости или 9,66 klg. на 1 куб. метръ. По расчету на 1 куб. саж. это составитъ около 6 пуд. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Такой выходъ сѣрнокислата аммонія можетъ быть полученъ въ томъ случаѣ, когда будетъ использоваться не только весь амміачный N, но будетъ утилизироваться и часть азота органическаго. Весьма возможно, конечно, что на практикѣ будетъ экономически болѣе выгоднымъ ограничивать процессъ выдѣленіемъ только одного амміачнаго азота. Въ этомъ случаѣ выходъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ составитъ для данной клоачной массы около 9 гр. на 1 L. жидкости или около 5,5 пуд. на 1 куб. сажень.

Необходимо отмѣтить здѣсь, что тѣ количества $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, которыя были сейчасъ приведены, вычислены путемъ умноженія количествъ N на коэффициентъ—4,716, т. е. представляютъ собою вѣсъ соли химически чистой, содержащей 21,21% N, и, слѣдовательно, количества рыночнаго продукта (обычно содержащаго около 20% N), которыя могутъ быть получены изъ соответствующихъ количествъ азота, будутъ нѣсколько больше.

Въ заключеніе скажу еще нѣсколько словъ о томъ продуктѣ, который получался при данныхъ опытахъ. Я уже указывалъ, что H_2SO_4 (6) служившая для связыванія NH_3 , во избѣжаніе возможныхъ потерь его, бралась въ нѣкоторомъ избыткѣ; только въ двухъ случаяхъ (перегонка 7-ая и 9-ая) было взято ошибочно недостаточное количество H_2SO_4 и полученный продуктъ имѣлъ нейтральную реакцію. При всѣхъ остальныхъ перегонкахъ въ сатураторѣ получалась жидкость съ сильно кислой реакціей и конечнымъ продуктомъ являлся не $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а смѣсь $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4HSO_4 . По окончаніи перегонокъ содержимое сатуратора выпаривалось на водяной банѣ до-суха и въ теченіи 2—3-хъ ча-

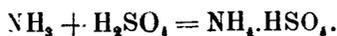
6) Употреблялась H_2SO_4 въ 44,3° Вѣ: 1 куб. саж. такой кислоты содержитъ 0,786 гр. H_2SO_4 (по таблицѣ); путемъ титрованія КОН въ 1 куб. саж. этой кислоты найдено 0,785 гр. H_2SO_4 .

совъ сунилось въ воздушно́мъ шкафу при температурѣ 70—80° Ц. Въ графѣ 19-ой таблицы IX-ой приведены по расчету на 1 л. клоачной массы количества полученнаго этимъ путемъ продукта. Образцы этого продукта, полученные при 6-ой и ве́хъ послѣдующихъ перегонкахъ, проанализированы: въ нихъ опредѣлено, кромѣ гигроскопической воды, количество амміачнаго N и количество свободной H₂SO₄, а въ первыхъ трехъ образцахъ и общее количество H₂SO₄⁷⁾. Послѣднія опредѣленія сдѣланы для того, чтобы сравнить между собою результаты непосредственнаго опредѣленія SO₂ и данныя, полученныя путемъ вычисления на основаніи количествъ N и количествъ свободной H₂SO₄. Въ томъ и другомъ случаѣ получились результаты довольно близкіе между собою:

№ образца.	Количество SO ₂ въ %/о.		Разность въ %/о.
	Опредѣлено осажде́ніемъ BaCl ₂ .	Вычислено по N и свободн. H ₂ SO ₄ .	
I	63,24	62,75	—0,49
II	58,40	57,75	—0,65
III	61,75	61,75	0,00

Благодаря тому, что получавшіеся продукты содержали очень небольшія количества постороннихъ примѣсей, не считая гигроскопической H₂O, то опредѣленіе свободной H₂SO₄ могло служить съ одной стороны контролемъ для опредѣленій N, а съ другой стороны представляло собою наиболѣе скорый и въ то-же время достаточно точный способъ для опредѣленія не только общаго количества амміачнаго N, но и распределенія его между (NH₄)₂SO₄ и NH₄.HSO₄, а также и для опредѣленія процентнаго содержанія того и другого въ изслѣдуемомъ продуктѣ.

Приводимыя ниже данныя вычислены слѣдующимъ образомъ. Процессъ поглощенія NH₃ въ сатураторѣ совершается въ двѣ фазы. Въ первоначальной стадіи процесса идетъ образованіе NH₄.HSO₄:



Послѣ этого происходитъ дальнѣйшее присоединеніе NH₃ къ NH₄.HSO₄:



Такъ что въ началѣ процесса въ сатураторѣ присутствуютъ H₂SO₄ и NH₄.HSO₄, затѣмъ когда количество свободной H₂SO₄ понизится до

7) Для опредѣленія гигроскопической H₂O брались вавски отъ 1 до 10 гр.: для ве́хъ остальныхъ опредѣленій 5-12 гр., которые растворялись въ 500—1000 куб. с. H₂O; для отдѣльныхъ анализовъ бралось по 100 куб. с. раствора. Амміачный N опредѣлялся перегонкой съ MgO; свободная H₂SO₄—титрованиемъ KOH; индикаторъ метилъ-оранжъ. Общее количество SO₂ опредѣлено осажде́ніемъ BaCl₂. Результаты отдѣльныхъ анализовъ приведены въ аналитическихъ приложеніяхъ IV, VIII и IX.

42,6% въ растворѣ будетъ заключаться $\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$; при дальнѣйшемъ поступленіи NH_3 въ сатураторъ пойдетъ уже образованіе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и растворъ будетъ содержать смѣсь $\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ *).

Если обозначить через S процентъ свободной H_2SO_4 , то общее количество амміачнаго N въ %/о будетъ равно:

$$\frac{7}{33}(100 - S) \dots \dots \dots (1) \text{ } ^\circ).$$

Когда $S = 0$, процентъ $N = 21,21$, что соответствуетъ формулѣ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; при $S = 42,6\%$, количество N составляетъ 12,17%, что отвѣчаетъ $\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$.

Если $0 < S < 42,6\%$, то имѣется смѣсь $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$ и по отношенію къ общему количеству смѣси:

N, заключающійся въ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, составляетъ: $\frac{4900 - 115 S}{231} \% \dots (2).$

N " " " $\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$ " : $\frac{2}{7} S \% \dots (3).$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ составляетъ: $\left[100 - \frac{115}{49} S \right] \% \dots (4).$

$\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$ " : $\frac{115}{49} S \% \dots (5).$

Азотъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ въ %/о отъ общаго колич. N равенъ $\frac{100[4900 - 115S]}{49(100 - S)} \dots (6).$

" $\text{NH}_4 \cdot \text{HSO}_4$ " " " " " " " $\frac{6600 \cdot S}{49(100 - S)} \dots (7).$

Вычисленныя на основаніи этихъ формулъ, по % свободной H_2SO_4 , величины, а также данныя, найденныя при анализахъ отдѣльныхъ образцовъ сѣрноокислаго аммонія, полученныхъ при перегонкахъ, приведены въ таблицѣ X-ой. Данныя, содержащіяся въ графѣ 5-ой, вычислены по формулѣ 2-ой; данныя 6-ой графы по 3-ьей; 7-ой—по 1-ой; 9-ой—по 6-ой; 10-ой—по 7-ой; 11-ой—по 4-ой и 12-ой графы по формулѣ 5-ой. Въ этой таблицѣ образцы сѣрноокислаго аммонія расположены въ висходящемъ порядкѣ по количеству N; номера образцовъ тѣ-же, что и въ таблицѣ IX-ой, въ которой видно какой перегонкѣ соотвѣтствуетъ тотъ или иной образецъ.

Сравненіе рубрики 3-ьей и 7-ой показываетъ, что количества N, вычисленныя по свободной H_2SO_4 , очень близко подходятъ къ результатамъ, найденнымъ путемъ анализа,—въ большинствѣ случаевъ разность (графа 8-ая) не превышаетъ сотыхъ долей %, откуда можно

* Это относится къ тому случаю, когда новыхъ порціи H_2SO_4 въ сатураторъ прибавляться не будетъ.

** Во всѣхъ этихъ формулахъ приняты сокращенные атомные вѣса, а именно: H = 1; S = 32; O = 16; N = 14.

заклучить, что и всѣ остальные данныя, вычисленіе которыхъ сдѣлано по свободной H_2SO_4 , не могутъ сильно уклоняться отъ дѣйствительныхъ величинъ.

Таблица X.

№№ образцовъ.	% углекислотной H_2O на воздушно-сухое вещество.	Въ аб.-сух. веществѣ.		Вычислено по % свободной H_2SO_4 .							
		% амміачнаго N	% свободной H_2SO_4 .	% азота.				Изъ общаго количества N приходится % на долю.		% $(NH_4)_2SO_4$.	% NH_4HSO_4 .
				Приходится на долю $(NH_4)_2SO_4$.	Приходится на долю NH_4HSO_4 .	Въ суммѣ.	Разность по срав- ненію съ найденны- ми при анализѣ (графа 8-я).	$(NH_4)_2SO_4$.	NH_4HSO_4 .		
II . . .	4,42	21,14	—	21,21	—	21,21	+ 0,07	100,00	—	100	—
IV . . .	1,88	21,13	—	21,21	—	21,21	+ 0,08	100,00	—	100	—
III . . .	2,04	18,68	11,83	15,32	3,38	18,70	+ 0,02	81,93	18,07	72	28
XIV . . .	2,42	18,00	15,09	13,70	4,31	18,01	+ 0,01	76,06	23,94	68	32
XIII . . .	3,42	17,72	16,83	12,83	4,81	17,64	- 0,08	72,74	27,26	60	40
XI . . .	2,10	16,99	19,63	11,44	5,61	17,05	+ 0,06	67,10	32,90	54	46
XII . . .	3,19	16,00	25,01	8,76	7,15	15,91	- 0,09	55,08	44,92	41	59
V . . .	2,70	15,79	26,12	8,21	7,46	15,67	- 0,12	52,38	47,62	39	61
VI . . .	2,52	15,41	27,22	7,66	7,78	15,44	+ 0,03	49,62	50,38	36	64
IX . . .	2,28	15,26	28,11	7,22	8,03	15,25	- 0,01	47,33	52,67	34	66
VIII . . .	8,37	14,72	29,85	6,35	8,53	14,88	+ 0,18	42,69	57,31	30	70
I . . .	4,08	14,23	30,34	6,11	8,67	14,78	+ 0,55	41,34	58,66	29	71
VII . . .	7,77	13,94	34,00	4,29	9,71	14,00	+ 0,06	30,61	69,39	20	80
X . . .	5,22	13,90	34,04	4,27	9,73	13,99	+ 0,09	30,49	69,51	20	80

Данныя этой таблицы показываютъ, что только два образца II-ой и IV-ый, соответствующіе перегонкамъ 7-ой и 9-ой, представляли собою почти чистый $(NH_4)_2SO_4$, а всѣ остальные содержали большее или меньшее количество свободной H_2SO_4 и являлись смѣсью $(NH_4)_2SO_4$ и NH_4HSO_4 , при чемъ въ двухъ образцахъ количество этого послѣдняго достигало 80% и, слѣдовательно, на долю $(NH_4)_2SO_4$ приходилось всего лишь $\frac{1}{5}$ часть всего продукта. Съ уменьшеніемъ % N шло увеличеніе свободной H_2SO_4 , количество которой при 13,90% N составляло уже 34,04%. Присутствіе свободной H_2SO_4 сказывалось и на внѣшнемъ видѣ полученнаго продукта. Всѣ образцы, какъ я уже указывать, имѣли розоватый оттѣнокъ; интенсивность этой окраски уве-

личивалась съ увеличеніемъ количества свободной H_2SO_4 . Кромѣ того, образцы, содержаніе свободной H_2SO_4 , въ которыхъ достигало 30 и болѣе % %, имѣли и послѣ очень продолжительной сушки при $100^\circ C$. видѣ влажной, расплывающейся массы. Образцы-же, содержащіе меньшее количество свободной H_2SO_4 , уже послѣ 2—3-хъ часовъ подсушиванія при температурѣ въ $70—80^\circ C$., получались съ внѣшней стороны достаточно сухими. Всѣ образцы получались въ формѣ мелкихъ кристалломъ; ни въ одномъ образцѣ присутствія NH_4CNS не обнаружено.

Какъ я уже указывалъ достигнуть кристаллизаціи $(NH_4)_2SO_4$ въ сатураторѣ при данныхъ опытахъ не удалось.

Главнѣйшіе выводы, которые можно сдѣлать на основаніи изложеннаго въ этой главѣ, сводятся къ слѣдующему.

1. Результаты перегонки, описаніе которыхъ сдѣлано въ этой главѣ и которыя были выполнены въ значительно большемъ чѣмъ всѣ предыдущіе опыты масштабѣ, также приводятъ къ заключенію, что послѣдовательное извлеченіе NH_3 изъ клоачной массы даетъ болѣе выходы N, чѣмъ одновременное (суммарное) выдѣленіе его, и что способъ нагрѣванія клоачной жидкости при отгонкѣ NH_3 (кипяченіе и пропусканіе черезъ нее пара) не оказываетъ замѣтнаго вліянія на количество извлекаемаго азота.

2. Что касается времени, въ теченіи котораго нужно вести выдѣленіе NH_3 , то результаты данныхъ опытовъ приводятъ къ нѣсколько инымъ выводамъ, чѣмъ опыты ранѣе разсмотрѣнные, а именно: для суммарнаго выдѣленія NH_3 путемъ пропусканія черезъ клоачную жидкость пара одного часа недостаточно, а нужно около 2-хъ часовъ; для послѣдовательнаго—около 3-хъ часовъ, т. е. то-же самое время, какое было опредѣлено и раньше, но только распредѣленіе этого времени должно быть иное,—1 часъ на извлеченіе «летучаго» NH_3 и 2 часа для дальнѣйшей обработки клоачной массы известью; конечно, всѣ эти сроки относятся къ условіямъ аналогичнымъ тѣмъ, которыя имѣли мѣсто при данныхъ опытахъ. Въ виду указаннаго противорѣчія результатовъ этихъ опытовъ съ предыдущими, вопросъ о времени нельзя считать выясненнымъ.

3. Возможный средній выходъ сѣрнокислаго аммонія изъ 1 куб. метра клоачной массы даннаго состава можно принять равнымъ 9,66 klg. или около 6 пуд. на 1 куб. саж. жидкости.

Если ограничиваться выдѣленіемъ только одного амміачнаго азота, то въ этомъ случаѣ выходъ составитъ около 9 klg. $(NH_4)_2SO_4$ на 1 куб. м. или около 5,5 пуд. на 1 куб. саж.

ГЛАВА V.

Пудреты, полученные изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія.

При перегонкахъ, описаніе которыхъ приведено въ предыдущей главѣ, на ряду съ сѣрникоислымъ аммоіемъ было получено еще нѣсколько образцовъ пудретовъ; исходнымъ матеріаломъ для нихъ служила клоачная масса, оставшаяся по окончаніи перегонокъ въ перегонной колбѣ. Кромѣ того былъ приготовленъ еще одинъ пудретъ изъ клоачной массы, неподвергавшейся никакой предварительной обработкѣ.

Для приготовленія этого послѣдняго было взято 6 литровъ первой пробы клоачной массы. Отдѣленіе осадка отъ жидкой части клоачной массы произведено путемъ отстаиванія, которое продолжалось въ теченіи шести недѣль (съ 11/VII по 22/VIII). Отстаиваніе велось въ открытыхъ, широкогорлыхъ, двухлитровыхъ банкахъ. По истеченіи указаннаго срока, къ концу котораго дальнѣйшаго освѣтлѣнія клоачной массы уже не наблюдалось, жидкости, стоявшія надъ осадкомъ въ банкахъ, были слиты и осадки изъ всѣхъ (3-хъ) банокъ были собраны въ низкую кристаллизаціонную чашку. Общій объемъ осадка составилъ 1050 куб. с., что соотвѣтствуетъ 175 куб. с. на 1 L. клоачной массы или 17,5%.

Осадокъ, собранный въ кристаллизаціонной чашкѣ, въ которой онъ образовалъ слой около 3 сант. толщиною, былъ оставленъ на воздухъ (подъ тягой) для просушки, на что потребовалось около 1½ мѣсяцевъ. Послеъ этого онъ былъ измельченъ въ ступкѣ, просѣянъ черезъ сито съ отверстиями въ 1,25 мм. и, для приведенія въ воздушно-сухое состояніе, былъ оставленъ на нѣсколько дней разсыпаннымъ тонкимъ слоемъ на листѣ бумаги.

Пудрета, такимъ образомъ приготовленнаго, получилось по расчету на 1 L. клоачной массы 17,17 г. Онъ содержалъ 20,12% гигроскопической влаги, 3,54% N и 3,58% P₂O₅. По пересчету на абсолютно-сухое вещество послѣднія величины составятъ 4,43% N и 4,48% P₂O₅; а указанное выше количество пудрета, полученное изъ 1 L. клоачной массы, въ абсолютно-сухомъ состояніи будетъ вѣсить 13,72 г. Отсюда слѣдуетъ, что полученный при отстаиваніи осадокъ содержалъ только около 7,84% сухого вещества и примѣрно по 0,35% N и P₂O₅; 1 литръ этого осадка соотвѣтствуетъ 78,4 г. пудрета въ абсолютно-сухомъ состояніи.

Приведу для сравненія данныя, получавшіяся при массовомъ производствѣ пудретовъ по способу аналогичному только-что описанному; способъ этотъ практиковался въ больпомъ масштабѣ при переработкѣ клоачныхъ массъ Парижа. По даннымъ *Müntz*'а и *Girard*'а¹⁾ при отстаиваніи клоачныхъ массъ получалось осадка около 4% по объему, при чемъ осадокъ этотъ имѣлъ болѣе плотную консистенцію, чѣмъ та, которая получилась при приведенномъ выше опытѣ; содержаніе N и P₂O₅ въ немъ было также значительно больше; средній составъ ея такой:

Сушого вещества	11,00%
N	0,66 "
P ₂ O ₅	0,60 "

Изъ 1 куб. м. такого осадка получалось 155 klg. пудрета, содержащаго 30% влаги, что, по перечисленіи на абсолютно-сухое вещество, составляетъ 108,5 klg.; по разсчету на 1 куб. м. клоачной массы это даетъ 4,34 klg. Въ нашемъ-же опытѣ соотвѣтственныя величины получились равными 78,4 klg. и 13,72 klg.²⁾, т. е. количество пудрета по разсчету на 1 куб. м. осадка было меньше, а по разсчету на 1 куб. м. жидкости значительно больше.

Что касается состава получаемыхъ этимъ путемъ пудретовъ, то *Müntz* приводитъ, какъ среднее, 1—2% N и около 4% P₂O₅.

Такое низкое содержаніе N можно объяснить большими потерями, происходящими при сушкѣ пудретовъ на открытомъ воздухѣ, которая затягивается иногда на нѣсколько лѣтъ. По указаніямъ *Vincent*³⁾ при лежаніи пудретовъ на открытомъ воздухѣ въ теченіи 2-хъ лѣтъ количество остающагося въ нихъ N не превышаетъ 1,5%, въ то время какъ осадокъ быстро высушенный даетъ пудреть съ содержаніемъ 2,5—3% N.

Изъ этихъ данныхъ видно, что въ пудретѣ, приготовленномъ изъ клоачной массы служившей для изслѣдованія, количества N и P₂O₅ были довольно близки къ тѣмъ, которыя содержатся въ пудретахъ, получавшихся на практикѣ въ результатѣ массовой переработки клоачныхъ отбросовъ.

Всѣ остальные пудреты были приготовлены изъ клоачной массы предварительно подвергавшейся обработкѣ известью. Для 5-ти изъ нихъ исходнымъ матеріаломъ служила первая проба клоачной жидкости; остальные-же 3 были получены изъ второй пробы. Приготавливались они слѣдующимъ образомъ. По окончаніи перегонокъ содержимое перегонной колбы сливалось въ соотвѣтствующаго размѣра широкогорлую банку, въ которой оно подвергалось отстаиванію. Въ тѣхъ случаяхъ,

1) *A. Müntz et Girard. Les engrais, 2-me édition, 1891. T. 1, стр. 413.*

2) Киллограммы на 1 куб. м. по числовому значенію соотвѣтствуютъ гр. на 1 л.

3) *Vincent. Industrie des produits ammoniacaux, 1884, стр. 8.*

когда переливалась жидкость ещё горячая, выпадение осадка совершалось очень быстро; но если производилось переливание жидкости уже охладившейся, то осаждение шло сравнительно медленно. На скорость и полноту осаждения замѣтное вліяніе оказывало количество извести прибавляемой при перегонкахъ; такъ въ одномъ изъ опытовъ было отмѣчено, что осветленіе жидкостей, къ которымъ было при перегонкахъ прибавлено на каждый литръ по 10,0—12,5 гр. СаО, наступило уже на третій день, а въ жидкости, къ которой было прибавлено мѣньшее количество СаО, по истеченіи 5 дней сдѣлался сравнительно прозрачнымъ только самый поверхностный слой,—сантиметра на 2; вся жидкость занимала слой около 30 сант. толщиною. Всѣ эти жидкости были слиты въ банки уже холодными. Отмѣчу здѣсь, что клоачная масса обработанная известью сохранялась послѣ нѣкоторыхъ перегонокъ очень продолжительное время (около 6 мѣсяцевъ) въ открытыхъ сосудахъ и никакихъ замѣтныхъ измѣненій въ ней не наблюдалось (жидкость не загнивала).

Послѣ отстаиванія жидкость декантировалась и осадокъ переносился на фильтръ. Фильтрование велось съ отсасываніемъ въ большихъ форфоровыхъ съ плоскимъ дномъ воронкахъ; фильтрація шла медленно. Осадокъ составлялъ около 20—40% отъ первоначальнаго объема клоачной массы, взятой для перегонки. Количество сухого вещества въ немъ было въ среднемъ примѣрно около 11%. Отфильтрованный осадокъ получался въ видѣ довольно плотныхъ круглыхъ плитокъ шоколаднаго цвѣта; въ нихъ заключалось еще въ среднемъ около 70% Н₂О. Далѣе осадки сушились въ форфоровыхъ чашкахъ на водяной банѣ или-же надъ газовой гарѣлкой; конечно, въ послѣднемъ случаѣ чашки помѣщались на больномъ разстояніи отъ горѣлокъ. Чтобы ускорить высыханіе осадковъ, какъ только они нѣсколько подсыхали, ихъ разламывали на небольшіе куски, но это мало помогало дѣлу,—сушка все-же шла очень медленно. Окончательная просушка осадковъ производилась въ сушильномъ шкафу при температурѣ въ 40—50° С. Послѣ этого они измельчались въ ступкѣ и просѣивались черезъ сито съ отверстіями въ 1,25 мм. По мѣрѣ выыханія осадковъ измѣнялся цвѣтъ ихъ,—изъ шоколаднаго, какой они имѣли въ сыромъ видѣ, онъ переходилъ въ желтовато-коричневый. Въ зависимости отъ количества прибавленной при перегонкѣ извести цвѣтъ пудрета получался то болѣе темный, то болѣе свѣтлый.

Въ полученныхъ такимъ путемъ пудретахъ опредѣлялось количество гигроскопической Н₂О, а также содержаніе N и P₂O₅. Всѣ отношенія сюда данныя сведены въ таблицу XI-ую.

Данныя этой таблицы показываютъ, что вторая проба клоачной массы, содержавшая больше взвѣшенныхъ веществъ и болѣе богатая N и P₂O₅, давала и пудретъ нѣсколько лучшаго, въ смыслѣ содержанія N и P₂O₅, качества и въ бѣльшемъ количествѣ.

Количество сырого пудрета, содержащаго около 70% Н₂О, со-

Т а б л и ц а X I.

№№ пудретовъ.	№№ перегонокъ по таблицѣ IX-ой.	№ пробы клочной насыщ.	Количество грам. СаО присаженного на 1 л. жидкости при пере- гонкѣ.	Объемъ осадка въ % отъ объема взя- той жидкости.	Вѣсъ сухого ве- щества въ 100 куб. с. осадка.	Изъ 1 л. жидкости полу- чено пудрета.			% воды въ сморѣтѣ пудретѣ.	Воздушно-сухой пуд- ретъ содержитъ.			Аб.-сухой пуд- ретъ содержитъ.	
						Сырого.	Воздушно- сухого.	Абсолютно- сухого.		Гигроско- пической влаги.	N	P ₂ O ₅ .	N	P ₂ O ₅ .
Г р а м м ы.						П р о ц е н т ы.								
I	—	1-я	—	17,5	7,84	—	17,17	13,72	—	20,12	3,54	3,58	4,43	4,48
II	1, 2, 3	"	10,0	21,7	11,6	—	28,70	24,81	—	13,55	1,42	2,12	1,64	2,45
III	4	"	12,5	—	—	67,08	25,98	25,34	62,2	2,48	1,10	2,12	1,13	2,17
IV	5	"	7,5	—	—	67,91	22,76	21,57	68,2	5,22	1,53	2,90	1,61	3,06
V	7	"	10,0	—	—	76,80	22,80	22,11	71,2	3,03	1,33	2,44	1,37	2,52
VI	8	"	12,5	—	—	90,80	27,35	26,40	70,9	3,49	1,12	1,85	1,16	1,92
VII	9	11-я	7,5	36,0	10,6	129,40	40,75	38,32	70,3	5,97	1,73	3,34	1,84	3,55
VIII	11	"	7,5	38,5	9,5	129,60	38,75	36,42	71,9	6,01	1,73	3,38	1,84	3,60
IX	13	"	10,0	35,0	11,9	131,10	46,25	41,67	68,2	9,90	1,56	3,02	1,73	3,35

ставляло въ среднемъ около 100 гр. на 1 L. клоачной массы; это-же количество пудрета въ воздушно-сухомъ состояніи вѣсило примѣрно 33 гр. На основаніи этихъ данныхъ можно принять, что изъ 1 куб. саж. клоачной массы можно получить сырого пудрета около 60 пуд., а воздушно сухого примѣрно 20 пуд.

По указаніямъ *Vogel'*я при употребленіи фильтр-пресса получается продуктъ содержащій значительно мѣньшее количество воды, — всего лишь 30—40% ⁴⁾. Если на основаніи этого принять, что въ продуктѣ, выходящемъ изъ подъ фильтр-пресса, будетъ въ среднемъ 35% H_2O , то все-же и въ этомъ случаѣ, для полученія воздушно-сухого пудрета, содержащаго примѣрно 6—7% влаги, потребуется на каждый нудъ пудрета испарить около 1 пуда воды, что составитъ, принимая во вниманіе малоцѣнность самага пудрета, очень значительный расходъ.

Что получающійся пудрегъ является продуктомъ малоцѣннымъ показываютъ данныя анализовъ, приведенныя въ графѣ 12—15 послѣдней таблицы. Содержаніе N въ среднемъ, по расчету на воздушно-сухое вещество, составляло 1,49%, а P_2O_5 —2,77%. На составъ пудретовъ оказывало, конечно, вліяніе количество извести, взятой при перегонкахъ, но въ общемъ это вліяніе не велико; такъ, для первой пробы клоачной массы измѣненіе это, считая на абсолютно-сухое вещество, сказалось слѣдующимъ образомъ:

Количество СаО на 1 L. жидкости.	% N въ пуд- регѣ.	% P_2O_5 въ пудрегѣ.
7,5 гр.	1,61	3,06
10,0 „	1,51	2,49
12,5 „	1,15	2,05

Для второй пробы клоачной массы вліяніе количества СаО еще меньше, такъ какъ въ этой пробѣ было значительно больше осадка и слѣдовательно прибавлявшіяся количества извести составляли мѣньшій % отъ общаго вѣса пудрета и меньше, конечно, вліяли на измѣненіе его состава; въ этомъ случаѣ увеличеніе количества СаО съ 7,5 гр. до 10,0 гр. сказалось уменьшеніемъ N на 5%, а P_2O_5 на 6%, въ то время какъ для первой пробы соответствующія величины составляли 6% и 19%.

Значительный % въ этихъ пудретахъ составляла известь; хотя непосредственныхъ опредѣленій СаО и не было сдѣлано, но примѣрное содержаніе ея въ пудретахъ можетъ быть, съ достаточной степенью точности, найдено на основаніи общихъ количествъ пудретовъ, полученныхъ изъ 1 L. жидкости, и количествъ СаО, прибавленныхъ при перегонкахъ клоачной массы; небольшія количества СаО, содержащіяся въ самой клоачной массѣ, не могутъ оказать сколько нибудь замѣтнаго

⁴⁾ *Vogel*. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, 1896, стр. 400.

вліянія на процентое содержаніе СаО въ данныхъ пудретахъ. На основаніи вѣса пудретовъ и количествъ прибавленной къ клоачной массѣ извести, можно принять, что въ среднемъ для всѣхъ пудретовъ количество СаО въ нихъ составляло около 30%. Конечно, % извести въ пудретахъ можетъ измѣняться въ довольно широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ количествъ СаО, прибавляемыхъ къ клоачной массѣ при отгонкѣ NH_3 .

Такъ какъ % гигроскопической воды у большинства пудретовъ былъ не великъ, то не наблюдается большой разницы между среднимъ содержаніемъ N и P_2O_5 въ воздушно-сухихъ и абсолютно-сухихъ пудретахъ,—въ томъ и другомъ случаѣ получаются почти одні и тѣ-же величины. Среднія числа для воздушно-сухихъ пудретовъ были приведены выше; что-же касается абсолютно-сухихъ пудретовъ, то въ среднемъ они содержали 1,59% N, 2,94% P_2O_5 и около 33% СаО. Количество пудрета, получавшееся въ среднемъ изъ 1 L. жидкости, составляло въ абсолютно-сухомъ состояніи 31,43 gr.

Подобный составъ является видимо довольно характернымъ для пудретовъ, получающихся въ качествѣ подобнаго продукта при добычаніи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачныхъ массъ съ тѣмъ содержаніемъ азота, какое заключалось въ клоачной массѣ, служившей для изслѣдованій. Такъ, по указанію Vogel'я³⁾, въ Амстердамѣ, при массовомъ производствѣ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачныхъ массъ по составу близкихъ (но не совпадающихъ) съ тѣми, которыя употреблялись при данныхъ опытахъ, получались пудреты почти аналогичнаго состава; а именно пудреты эти, въ абсолютно-сухомъ состояніи, содержали 1,40% N, 2,00% P_2O_5 и 36,00% СаО. Хотя необходимо отмѣтить, что въ этомъ случаѣ самый способъ полученія пудретовъ былъ нѣсколько иной,—отдѣленіе осадка производилось до извлеченія NH_3 изъ клоачной массы.

Пудреты этой категоріи вообще не отличаются высокимъ содержаніемъ N и P_2O_5 , хотя все-же количества этихъ послѣднихъ могутъ быть значительно больше, чѣмъ приведенныя выше, что, несомнѣнно, обусловливается главнымъ образомъ составомъ клоачной массы. По даннымъ Vincent⁶⁾ при работѣ на аппаратѣ *Chevalet* получаютъ, въ качествѣ побочнаго продукта, пудреты содержащіе 2—3% N и 5—6% P_2O_5 , т. е. пудреты, по сравненію съ полученными изъ клоачной массы, служившей для нашихъ изслѣдованій, вдвое болѣе богатые и азотомъ и фосфоромъ, хотя способъ обработки клоачной жидкости въ томъ и другомъ случаѣ былъ одинъ и тотъ-же. Указаній на составъ клоачной массы, подвергавшейся обработкѣ на аппаратѣ *Chevalet*, не имѣется. Далѣе Vincent⁷⁾ приводитъ, что при переработкѣ клоачной жидкости по способу *Hennebutte et Vauréal*, при которомъ взвѣшенные вещества осаждаются ZnSO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и удаляются еще до выдѣленія

³⁾ Vogel. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, 1896, стр. 420.

⁶⁾ Vincent Industrie des produits ammoniacaux, 1884, стр. 33.

⁷⁾ Vincent. Industrie des produits ammoniacaux. 1884, стр. 30.

NH_3 , получаются пудреты содержаще 3—4% N и около 3% P_2O_5 ; указаний на состав клоачной массы также не имѣется.

Послѣднія данныя показываютъ, что пудреты, полученные изъ клоачной массы, служившей для изслѣдованія, нужно отнести къ числу бѣдныхъ и N и P_2O_5 , даже если дѣлать сравненіе только съ той группой пудретовъ, которые получаютъ въ качествѣ побочнаго продукта при производствѣ изъ клоачныхъ массъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, т. е. пудретовъ вообще небогатыхъ этими веществами.

Хотя вопросъ о полученіи пудретовъ и не былъ включенъ въ программу опытовъ, къ которымъ относится настоящій отчетъ, и сообщенные въ этой главѣ опыты носили характеръ лишь предварительныхъ опытовъ по данному вопросу, но тѣмъ не менѣе, мнѣ кажется, возможнымъ на основаніи результатовъ и этихъ опытовъ составить уже нѣкоторое представленіе какъ о количествѣ, такъ и о качествѣ тѣхъ пудретовъ, которые могутъ быть получены изъ клоачной массы даннаго состава.

Выводы, которые на основаніи этихъ предварительныхъ данныхъ можно *предположительно* сдѣлать, сводятся къ слѣдующему:

1. Путемъ отстаиванія клоачной массы, имѣющей составъ 1-ой пробы жидкости, служившей для изслѣдованія, и послѣдующей сушки на воздухѣ образовавшагося осадка возможно получить изъ 1 куб. м. жидкости около 17 klg. пудрета, содержащаго около 20% гигроскопической влаги, 3,5% N и 3,5% P_2O_5 . Указанное количество пудрета по пересчету на 1 куб. саж. клоачной массы составитъ около 10 пудовъ.

2. Изъ 1 куб. м. клоачной массы того состава, какой имѣла жидкость, служившая для изслѣдованія, возможно получить, послѣ предварительнаго извлеченія изъ нея NH_3 путемъ обработки ея известью, въ среднемъ около 33 klg. пудрета, что составитъ по расчету на 1 куб. саж. первоначальнаго объема жидкости около 20 пуд. Въ среднемъ такой пудреть содержитъ около 6—7% гигроскопической влаги, около 1,5% N, 2—3% P_2O_5 и примѣрно 30% CaO .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Выводы, которые можно было сдѣлать на основаніи результатовъ той или иной группы разсмотрѣнныхъ выше опытовъ, были уже приведены въ соответствующиѣ главахъ настоящей работы и повторять ихъ вновь я здѣсь не буду, а попытаюсь теперѣ, на основаніи этихъ выводовъ и данныхъ имѣющихся въ литературѣ, подойти къ рѣшевію экономической стороны вопроса о полученіи сѣрнокислаго аммонія изъ клоачныхъ массъ съ тѣмъ содержаніемъ азота, какое заключалось въ клоачной жидкости служившей для данныхъ изслѣдованій.

Лабораторные опыты показали, что въ среднемъ изъ 1 куб. метра клоачной массы даннаго состава возможно извлечь 9,66 klg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; если-же ограничиться выдѣленіемъ одного только амміачнаго N, то средній выходъ составитъ около 9 klg. сѣрнокислаго аммонія на 1 куб. м. жидкости или около 5,5 пуд. на 1 куб. саж. Съ другой стороны въ литературѣ имѣются указанія, что при полученіи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачныхъ массъ извлекается въ большинствѣ случаевъ на весь амміачный азотъ. Такъ *Vincent* указываетъ, что на аппаратѣ *Chevalet* используется 90—95% амміачнаго азота, заключающагося въ клоачной жидкости¹⁾. Затѣмъ относительно аппарата *Lair*'а у него имѣется указаніе что изъ 1 куб. м. клоачной жидкости, содержащей въ 1 литрѣ 2,5 гр. амміачнаго азота, получается 11,4 klg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ²⁾, т. е. используется примѣрно тотъ-же процентъ амміака. Это видно изъ слѣдующихъ расчетовъ: 2,5 гр. N могутъ дать 11,79 гр. химически-чистаго $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и 12,5 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, содержащаго 20% N; количество сѣрнокислаго аммонія, получавшееся изъ клоачной жидкости съ этимъ содержаніемъ азота (2,5 гр. на 1 L.) при обработкѣ ея на указанномъ выше аппаратѣ, составляетъ по отношенію къ первой величинѣ 96,7%, а по отношенію ко второй—91,2%; отсюда елѣдуетъ, что если получавшійся на аппаратѣ *Lair*'а сѣрнокислый аммоній содержалъ 20% азота, то въ этомъ случаѣ использовалось 91,2% NH_3 , заключаващагося въ жидкости; если-же онъ былъ почти химически-чистый, то % использованія амміака долженъ былъ приближаться къ 96,7%. Словомъ 91,2% и 96,7% суть тѣ вѣроятные предѣлы, между которыми могъ колебаться % использованія NH_3 на аппаратѣ *Lair*'а, т. е. почти то-же, что имѣло мѣсто и для аппарата *Chevalet* (90—95%).

На основаніи этихъ данныхъ будетъ болѣе надежнымъ, для эко-

¹⁾ *Vincent*. Industrie des produits ammoniacaux, Paris 1884, стр. 35.

²⁾ Тамъ-же, стр. 24.

номическихъ расчетовъ, принять нѣсколько мѣншій выходъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, изъ 1 куб. м. жидкости тѣмъ тотъ, который былъ полученъ при опытныхъ перегонкахъ клоачной массы, а именно считать, что будетъ использоваться только 90 % аммиачнаго N, заключающагося въ жидкости. Въ этомъ случаѣ количество $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ составитъ 8,1 klg, или около 0,5 пуд. на 1 куб. м. клоачной массы.

Для извлеченія изъ данной клоачной массы maximum'a NH_3 , при послѣдовательномъ выдѣленіи его, которое даетъ бѣлыя выходы, достаточно, какъ мы видѣли, 5 гр. CaO на 1 л. жидкости. Но это количество относится къ химически-чистому препарату и при употребленіи обычной продажной негашеной извести должно быть, конечно, увеличено. Примемъ, для круглаго счета, что ее потребуется 8 гр. на 1 л. или около 0,5 пуда на 1 куб. метръ клоачной массы.

При расчетахъ количества H_2SO_4 нужной для производства $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, обычно принимается, что для полученія 1 вѣсовой единицы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ требуется 1 вѣсовая единица H_2SO_4 въ 60° Вѣ., т. е. что количество получающагося сѣрнокислаго аммонія равно количеству затраченной H_2SO_4 въ 60° Вѣ. На этомъ основаніи можно принять, что при переработкѣ клоачной массы того-же состава, какой имѣла жидкость служившая для изслѣдованія, нужно будетъ на 1 куб. м. жидкости 0,5 пуд. H_2SO_4 въ 60° Вѣ.

Что касается расхода на топливо, то для опредѣленія его могутъ служить слѣдующія данныя. Во первыхъ есть указанія у *Vogel*'я, что въ Амстердамѣ, гдѣ производилась массовая переработка клоачной массы (за 4 года получено около 62,000 пуд. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), расходъ на топливо составлялъ въ среднемъ около 22 klg. угля на 1 куб. м. жидкости, при колебаніи отъ 16,06 до 25,00 klg.³⁾ Но тамъ производилось суммарное выдѣленіе NH_3 , которое требуетъ, какъ мы видѣли, мѣншей продолжительности времени для обработки клоачной массы, тѣмъ выдѣленіе послѣдовательное, а, значить, и мѣншаго расхода на топливо. Опыты, приведенные въ IV-ой главѣ, показали, что для суммарнаго выдѣленія NH_3 , конечно, при тѣмъ условіяхъ, при которыхъ они производились, требуется около 2 часовъ, а для послѣдовательнаго около 3 час., т. е. во второмъ случаѣ затрата времени, а слѣдовательно и топлива, должна быть, на основаніи этихъ опытовъ, въ 1,5 раза больше. Съ другой стороны результаты, полученные при опредѣленіяхъ скоростей выдѣленія NH_3 , позволяютъ сдѣлать заключеніе, что соотношеніе между скоростями выдѣленія аммиака летучихъ и нелетучихъ солей аммонія, а также и суммы ихъ, не подвергается замѣтнымъ измѣненіямъ при измѣненіи абсолютной скорости теченія процесса, а поэтому можно предполагать, что указанное соотношеніе является величиной довольно постоянной и можетъ быть приложено и къ разсматриваемому случаю. На основаніи этого можно принять, что для послѣдова-

³⁾ *Vogel*. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, Berlin 1896, стр. 428.

тельного извлеченія NH_3 потребуется угля въ 1,5 раза больше, т. е. около 33 klg. на 1 куб. м. жидкости. Этотъ выводъ подтверждается и данными, получавшимися на практикѣ при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 изъ клоачныхъ массъ. Такъ по даннымъ *Chevalet* ⁴⁾ аппараты его системы перерабатывающіе въ день 50—100 куб. м. клоачной жидкости требуютъ на 1 куб. м. ея отъ 25 до 30 klg. угля, а перерабатывающіе въ теченіи 24 часовъ 10—12 куб. м. клоачной массы требуютъ 35—40 klg. угля. Далѣе имѣется указаніе у *Vincent* ⁵⁾, что при переработкѣ на аппаратѣ *Lair*'а клоачной жидкости, содержавшей въ 1 L. 2,5 gr. амміачнаго N, получалось 11,4 klg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ 1 куб. м. жидкости, при чемъ расходъ угля составлялъ 1,8 klg. на каждый килограммъ получавшагося сѣрнокислаго аммонія, что соответствуетъ 20,5 klg. угля на 1 куб. м. жидкости. Отсюда видно, что расходъ угля при послѣдовательномъ выдѣленіи NH_3 колеблется, въ зависимости отъ устройства аппаратовъ, въ довольно широкихъ предѣлахъ,—отъ 20 до 40 klg. на 1 куб. м. клоачной массы. На основаніи этихъ данныхъ средній расходъ угля можно принять равнымъ примѣрно 30 klg. или, съ нѣкоторымъ округленіемъ, около 2 пуд. на 1 куб. м. клоачной жидкости.

Если принять стоимость 1 пуда H_2SO_4 въ 60° Вѣ въ 60 коп., стоимость 1 пуда извести 25 коп. и каменнаго угля 35 коп., то расходъ на эти матеріалы на 1 куб. м. клоачной массы составитъ 1 р. 12,5 коп., а именно:

0,5 пуд. H_2SO_4 въ 60° Вѣ, считая 60 коп. за пудъ.	30 коп.
0,5 " извести, считая 25 коп. за пудъ.	12,5 "
2,0 " угля, считая 35 коп. за пудъ.	70 "

Итого 1 р. 12,5 коп.

При выходѣ 0,5 пуд. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ 1 куб. м. клоачной массы стоимость перечисленныхъ матеріаловъ составитъ на 1 пуд. сѣрнокислаго аммонія 2 р. 25 коп.

Чтобы опредѣлить себѣ стоимость 1 пуда $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ нужно прибавить къ указанной выше величинѣ расходъ на самое производство, % на затраченный капиталъ, амортизацію, ремонтъ и т. д. Величина этого расхода можетъ быть, конечно, очень различна въ зависимости отъ размѣра производства, большей или меньшей сложности употребляемыхъ аппаратовъ и цѣлаго ряда другихъ условій. Я не встрѣтилъ въ литературѣ указаній на величину этого расхода, но изъ сопоставленія данныхъ относящихся къ производству $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ газовой воды мнѣ кажется можно принять его равнымъ въ среднемъ 20—30 коп. на 1 пудъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Такимъ образомъ стоимость себѣ 1 пуда сѣрнокислаго аммонія

⁴⁾ *Vincent. Industrie des produits ammoniacaux, Paris 1884, стр. 35.*

⁵⁾ Тамъ же, стр. 24.

при полученіи его изъ клоачной массы, имѣющей составъ аналогичный тому, какой имѣла жидкость служившая для изслѣдованій, можно принять равной 2 р. 55 коп.

Значительная доля расхода по производству $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ падаетъ на H_2SO_4 и поэтому, если-бы оказалось возможнымъ имѣть камерную сѣрную кислоту по той цѣнѣ, на которую указываетъ В. П. Кочетковъ⁶⁾, т. е. по 24 коп. за пудъ, то въ этомъ случаѣ стоимость производства 1 пуда сѣрнокислаго аммонія могло-бы понизиться до 2 р. 25 коп., такъ какъ для полученія 1 пуда $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ нужно около 1,25 пуд. камерной кислоты, содержащей 60% гидрата H_2SO_4 .

Приведенныя данныя показываютъ, что при производствѣ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачныхъ массъ съ тѣмъ содержаніемъ N, какое имѣла жидкость служившая для изслѣдованій, является возможнымъ получать сѣрнокислый аммоній по цѣнѣ, вполне допускающей примѣненіе его въ качествѣ удобрения и въ условіяхъ сельскаго хозяйства Россіи. Такое заключеніе, по крайней мѣрѣ, можно сдѣлать на основаніи результатовъ данныхъ лабораторныхъ опытовъ, которые требуютъ, конечно, дальнѣйшей провѣрки на практикѣ.

Что данное производство является экономически выгоднымъ, показываютъ данныя Vogel'я⁷⁾ относящіяся къ переработкѣ клоачной массы въ Амстердамѣ, гдѣ доходъ отъ производства составлялъ 25—43% на затраченный капиталъ.

Отмѣчу здѣсь, что цѣна сѣрнокислаго аммонія у насъ въ Россіи очень высокая; въ настоящее время на Московскомъ Земскомъ Складѣ 1 пудъ сѣрнокислаго аммонія съ 20% N продается по 3 р. 60 коп.; такая цѣна держится уже болѣе трехъ лѣтъ.

Что касается пудретовъ, которые могутъ получаться въ качествѣ подобнаго продукта при добываніи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ изъ клоачныхъ массъ того состава, какой имѣла жидкость служившая для изслѣдованій, то, въ виду незначительнаго содержанія въ нихъ N и P_2O_5 , приготовленіе ихъ врядъ-ли будетъ экономически выгоднымъ.

⁶⁾ Труды комиссіи Московскаго Сельскохозяйственнаго Института по изслѣдованію фосфоритовъ. серія II. вып. I-ый. стр. 84.

⁷⁾ Vogel. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, Berlin 1896, стр. 401.

Аналитическія приложения.

I. Опредѣленіе общаго количества N въ клоачной жидкости (по Кьельдалю).

№ анализовъ по порядку.	Въ какой пробѣ отдѣльно опредѣленіе.	Число куб. сант. жидкости взятыя для опредѣленія.		Число куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .		Количество N во взятомъ объемѣ жидкости.		Количество N въ 1 л. жидкости.
						По отдѣльнымъ опредѣл.	Среднее.	
		Г р а м м ы .						
1	Проба I	10	17,55	0,02466	} 0,02438			2,438
		10	17,15	0,02410				
2	Проба I; образецъ сохранявшійся при доступѣ воздуха съ II/VII по 15/VII 1913 г.	10	16,10	0,02262	} 0,02297			2,297
		10	16,60	0,02332				
3	Проба I; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ II/VII по 15/VII 1913 г.	10	17,70	0,02487	} 0,02491			2,491
		10	17,75	0,02494				
4	Проба I; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ II/VII по 13/VIII 1913 г.	10	1,72	0,02458	} 0,02458			2,458
		10	1,72	0,02458				
5	Проба I; образецъ, сохранявшійся при доступѣ воздуха съ II/VII по 22/VIII 1913 г.	10	0,91	0,01300	} 0,01329			1,329
		10	0,95	0,01358				
6	Проба I; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ II/VII по 9/X 1913 г.	25	4,31	0,06159	} 0,06281			2,512
		25	4,48	0,06402				
7	Проба I; образецъ, сохранявшійся при доступѣ воздуха съ II/VII по 14/X 1913 г.	25	1,44	0,02058	} 0,01965			0,786
		25	1,31	0,01872				
8	Проба II;	25	5,36	0,07659	} 0,07395			2,958
		25	4,99	0,07131				
9	Тоже	25	4,97	0,07102	} 0,07338			2,945
		25	5,30	0,07574				
10	Проба I; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ II/VII 1913 г. по 20/I 1914 г.	25	3,93	0,05616	} 0,05609			2,243
		25	3,92	0,05602				
II	Проба II, профильтрованная	25	3,51	0,05016	} 0,05016			2,006
		25	3,51	0,05016				

Примечаніе: При анализѣхъ №№ 1, 2 и 3 1 куб. сант. титрованной $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,001405$ г N, а въ остальныхъ былъ равенъ 0,01429 гр. N.

II. Опредѣленіе общаго количества N въ пудретахъ.
(по Кіельдалю).

№№ анализовъ по номеру.	№№ пудретовъ.	Навески въ возд.-сух. состоянн въ грам.	Число куб. сант. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Количество N въ навѣскѣ въ грам.	% N																																																																																														
					На возд.-сух. вѣщ.		На абсол.-сух. вещество.																																																																																												
					По отдѣл. опредѣл.	Средній.																																																																																													
12	Пудреть № I	2,1765	4,91	0,0706	3,24	} 3,54	4,43																																																																																												
		1,6741	4,49	0,0642	3,83			13	" № II	2,1393	2,05	0,0293	1,37	} 1,42	1,64	2,3072	2,36	0,0337	1,46	14	" № III	2,8591	2,13	0,0304	1,06	} 1,10	1,13	2,3946	1,89	0,0270	1,13	15	" № IV	1,9112	1,98	0,0283	1,48	} 1,53	1,61	2,0570	2,26	0,0323	1,57	16	" № V	5,8710	5,43	0,0776	1,32	} 1,33	1,37	5,4053	5,05	0,0722	1,34	17	" № VI	4,6906	3,88	0,0554	1,18	} 1,12	1,16	5,3342	3,94	0,0563	1,06	18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84	4,6358	5,86	0,0837	1,81	19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73
13	" № II	2,1393	2,05	0,0293	1,37	} 1,42	1,64																																																																																												
		2,3072	2,36	0,0337	1,46			14	" № III	2,8591	2,13	0,0304	1,06	} 1,10	1,13	2,3946	1,89	0,0270	1,13	15	" № IV	1,9112	1,98	0,0283	1,48	} 1,53	1,61	2,0570	2,26	0,0323	1,57	16	" № V	5,8710	5,43	0,0776	1,32	} 1,33	1,37	5,4053	5,05	0,0722	1,34	17	" № VI	4,6906	3,88	0,0554	1,18	} 1,12	1,16	5,3342	3,94	0,0563	1,06	18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84	4,6358	5,86	0,0837	1,81	19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57								
14	" № III	2,8591	2,13	0,0304	1,06	} 1,10	1,13																																																																																												
		2,3946	1,89	0,0270	1,13			15	" № IV	1,9112	1,98	0,0283	1,48	} 1,53	1,61	2,0570	2,26	0,0323	1,57	16	" № V	5,8710	5,43	0,0776	1,32	} 1,33	1,37	5,4053	5,05	0,0722	1,34	17	" № VI	4,6906	3,88	0,0554	1,18	} 1,12	1,16	5,3342	3,94	0,0563	1,06	18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84	4,6358	5,86	0,0837	1,81	19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57																				
15	" № IV	1,9112	1,98	0,0283	1,48	} 1,53	1,61																																																																																												
		2,0570	2,26	0,0323	1,57			16	" № V	5,8710	5,43	0,0776	1,32	} 1,33	1,37	5,4053	5,05	0,0722	1,34	17	" № VI	4,6906	3,88	0,0554	1,18	} 1,12	1,16	5,3342	3,94	0,0563	1,06	18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84	4,6358	5,86	0,0837	1,81	19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57																																
16	" № V	5,8710	5,43	0,0776	1,32	} 1,33	1,37																																																																																												
		5,4053	5,05	0,0722	1,34			17	" № VI	4,6906	3,88	0,0554	1,18	} 1,12	1,16	5,3342	3,94	0,0563	1,06	18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84	4,6358	5,86	0,0837	1,81	19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57																																												
17	" № VI	4,6906	3,88	0,0554	1,18	} 1,12	1,16																																																																																												
		5,3342	3,94	0,0563	1,06			18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84	4,6358	5,86	0,0837	1,81	19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57																																																								
18	" № VII	5,8387	6,73	0,0962	1,65	} 1,73	1,84																																																																																												
		4,6358	5,86	0,0837	1,81			19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84	4,4493	5,48	0,0783	1,76	20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57																																																																				
19	" № VIII	5,8457	6,97	0,0996	1,70	} 1,73	1,84																																																																																												
		4,4493	5,48	0,0783	1,76			20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73	3,7637	4,14	0,0592	1,57																																																																																
20	" № IX	6,2623	6,75	0,0965	1,54	} 1,56	1,73																																																																																												
		3,7637	4,14	0,0592	1,57																																																																																														

III. Определение аммиачного N в клоачной жидкости.
(Отгонка с MgO).

№ анализов по порядку.	В какой пробѣ сдѣлано определение.	Число куб. с. жидкости взяты для определения.		Число куб. с. H_2SO_4 связанных NH_3 .		Количество N во взятомъ объемѣ жидкости.		Количество N въ 1 л жидкости.
		По отдѣль-нымъ опрѣ-дленіямъ	Среднее.	Г р а м м ы.				
				По отдѣль-нымъ опрѣ-дленіямъ	Среднее.			
21	Проба I-я;	10	11,45	0,01609	} 0,01641	1,641		
		10	11,90	0,01672				
22	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся при доступѣ воздуха съ 11/VII по 15/VII 1913 г.	10	11,70	0,01644	} 0,01655	1,655		
		10	11,85	0,01665				
23	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ 11/VII по 15/VII 1913 г.	10	не довед. до конц.	} 0,01805	1,805			
		10	12,85			0,01805		
24	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся при доступѣ воздуха съ 11/VII по 30/VII 1913 г.	25	23,80	0,03344	} 0,03351	1,340		
		25	23,90	0,03358				
25	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ 11/VII по 13/VIII 1913 г.	100*)	12,18	0,17405	} 0,17291	1,729		
		100*)	12,02	0,17177				
26	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся при доступѣ воздуха съ 11/VII по 22/VIII 1913 г.	100*)	5,03	0,07188	} 0,07138	0,714		
		100*)	4,96	0,07088				
27	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ 11/VII по 9/X 1913 г.	100	12,59	0,17991	} 0,18063	1,806		
		100	12,69	0,18134				
28	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся при доступѣ воздуха съ 11/VII по 14/X 1913 г.	200	3,05	0,04358	} 0,04287	0,214		
		200	2,95	0,04216				
29	Проба II-я; бутылъ I-я	100*)	14,93	0,21335	} 0,21242	2,124		
		100*)	14,80	0,21149				
30	То-же; бутылъ II-я	100*)	14,76	0,21092	} 0,20885	2,089		
		100*)	14,47	0,20678				
31	Проба I-я; образецъ, сохранявшійся безъ доступа воздуха съ 11/VII 1913 г. по 20/I 1914 г.	100*)	12,31	0,17591	} 0,17756	1,776		
		100*)	12,54	0,17920				
32	Проба II-я; профильтрованная . . .	50*)	6,31	0,09017	} 0,09067	1,813		
		50*)	6,38	0,09117				
33	Проба II-я; бутылъ 3-я	100*)	14,80	0,21149	} 0,21156	2,116		
		100*)	14,81	0,21163				

*) Въ каждую колбу, помимо указанного количества жидкости прилито по 100 в. с. дистиллированной H_2O .

IV. Опредѣленіе амміачнаго N въ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

(Отгонка съ MgO).

№№ анализовъ по порядку.	№№ образцовъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.	Нарѣзки въ вод.-сух. состоявіи въ граммахъ.	Число куб. с. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Количество N въ ва-вѣсокъ въ граммахъ.	% N.		На абс.-сух. ве-щество.
					На возд. сух. вещество.		
					По отдѣль-нымъ опре-дѣленіямъ.	Средній.	
34	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —I	0,96499 0,96499	9,14 9,30	0,1306 0,1329	13,53 13,77	} 13,65	14,23
35	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —II.	0,7857 0,7857	11,05 11,17	0,1579 0,1596	20,10 20,31		
36	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —III	0,85194 0,85194	10,91 10,90	0,1559 0,1558	18,30 18,29	} 18,30	18,68
37	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —IV	1,1969 1,1969	17,40 17,33	0,2486 0,2476	20,77 20,69		
38	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —V.	1,7661 1,7661	19,08 18,87	0,2727 0,2697	15,44 15,27	} 15,36	15,79
39	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —VI	1,71794 1,71794	18,02 18,10	0,2575 0,2586	14,99 15,05		
40	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —VII.	1,98498 1,98498	17,84 17,88	0,2549 0,2555	12,84 12,87	} 12,86	13,94
41	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —VIII	2,6907 2,6907	25,32 25,47	0,3618 0,3640	13,45 13,53		
42	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —IX	1,5133 1,5133	15,74 15,83	0,2249 0,2262	14,86 14,95	} 14,91	15,26
43	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —X	2,4539 2,4539	22,65 22,56	0,3237 0,3224	13,19 13,14		
44	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —XI	1,38104 1,38104	16,08 16,08	0,2298 0,2298	16,64 16,64	} 16,64	16,99
45	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —XII.	1,6841 1,6841	18,47 18,03	0,2639 0,2576	15,67 15,30		
46	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —XIII	1,52505 1,52505	18,29 18,22	0,2614 0,2604	17,14 17,07	} 17,11	17,72
47	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —XIV	1,57724 1,57724	19,39 19,37	0,2771 0,2768	17,57 17,55		

V. Определение N отщепляемого в формѣ NH₃ кипяченіемъ клоачной жидкости съ Са(ОН)₂.

№№ анализовъ по порядку.	Въ какой пробѣ сдѣлано определение.	Число куб. сан. жидкостей взятыхъ для определения.	Число куб. с. известковаго молока прибавленнаго къ жидкости.	Число куб. с. H ₂ SO ₄ связанныхъ NH ₃ .	Количество N выдѣляваемаго изъ взятаго объема жидкости		Количество выдѣляваемаго N по расчету на 1 л. жидкости.
					По отдѣльнымъ определениямъ.	Среднее.	
48	Проба I-я	100 ¹⁾	50,0	12,71	0,18163	} 0,18113	1,811
		100 ¹⁾	50,0	12,64	0,18063		
49	Тоже	100 ²⁾	Вмѣсто Са(ОН) ₂ взять NaOH.	13,86	0,19806(?)	} 0,18899	1,890
		100 ²⁾		12,59	0,17991		
50	Тоже	100	2,5	7,97	0,11389	} 0,11711	1,171
		100	2,5	8,42	0,12032		
51	Тоже	100	5,0	9,41	0,13447	} 0,13490	1,349
		100	5,0	9,47	0,13533		
52	Тоже	100	7,5	9,97	0,14247	} 0,14140	1,414
		100	7,5	9,82	0,14033		
53	Тоже	100	10,0	12,02	0,17177	} 0,17270	1,727
		100	10,0	12,15	0,17362		
54	Тоже	100	12,5	12,95	0,18506	} 0,18563	1,856
		100	12,5	13,03	0,18620		
55	Тоже	100	15,0	12,94	0,18491	} 0,18599	1,860
		100	15,0	13,09	0,18706		
56	Тоже	100	17,5	12,98	0,18548	} 0,18598	1,860
		100	17,5	13,05	0,18648		
57	Тоже	200	30,0	25,05	0,35796	} 0,35846	1,792
		200	30,0	25,12 ³⁾	0,35896		
58	Тоже	100	12,5	12,96	0,18520	} 0,18434	1,843
		100	12,5	12,84	0,18348		
59	Тоже	100	15,0	12,87	0,18391	} 0,18270	1,827
		100	15,0	12,70	0,18148		
60	Тоже	100	15,0	12,99	0,18563	} 0,18485	1,849
		100	15,0 пробавл. NaCl до 5 гр.	12,88	0,18406		
61	Проба II-я	100	12,5	15,27	0,21821	} 0,21793	2,179
		100	12,5	15,23	0,21764		

№№ анализовъ по порядку.	Въ какой пробѣ отдѣлено опредѣленіе.	Число куб. сан. жидкости взятыхъ для опредѣленія.	Число куб. с. известкового молока прибавленаго въ жидкости.	Число куб. с. H_2SO_4 связанныхъ NH_3 .	Количество N выдѣлившагося изъ взятаго объема жидкости.		Количество выдѣлившагося N по разсчету на 1 л. жидкости.
					По отдѣльнымъ опредѣленіямъ.	Среднее.	
62	Проба II я	100 100	15,0 15,0	15,30 15,22	0,21864 0,21749	} 0,21807	2,181
63	Тоже.	100 100	17,5 17,5	15,33 15,32	0,21907 0,21892	} 0,21901	2,190
64	Тоже.	100 100	5,0 5,0	13,69 13,86	0,19563 0,19806	} 0,19685	1,969
65	Тоже.	100 100	7,5 7,5	16,05 15,56	0,22935 0,22235	} 0,22585	2,259
66	Тоже.	100 100	10,0 10,0	16,05 15,75	0,22935 0,22507	} 0,22721.	2,272
67	Тоже.	100 100	12,5 12,5	15,35 15,22	0,21935 0,21749	} 0,21842	2,184
68	Тоже.	100 100	15,0 15,0	15,39 15,56	0,21992 0,22235	} 0,22114	2,211
69	Тоже.	100 100	10,0 10,0	15,81 16,25	0,22592 0,23221	} 0,22907	1,291
70	Тоже.	100 100	25,0 25,0	15,61 15,66	0,22307 0,22378	} 0,22343	2,234
71	Тоже.	100 100	10,0 10,0	14,95- 14,83	0,21364 0,21192	} 0,21278	2,128
72	Проба I-я	100 100	Въѣсто $Ca(OH)_2$ по 3 гр. $CaCO_2$.	6,83 7,08	0,09759 0,10117	} 0,09938	0,994

Примчаніе. При всѣхъ перегонкахъ употреблялось известковое молоко, содержащее въ 1 л. 100 гр. CaO .

1) При отгонѣ въ каждую колбу помимо указанныхъ количествъ клоачной жидкости приливалось по 100 к. с. дистиллированной H_2O . Исключеніе составляютъ анализы № 48 и 57, при которыхъ H_2O не прибавлялось.

2) Въ анализѣ № 49 отгонка производилась не съ $Ca(OH)_2$, а съ $NaOH$: поспѣдній былъ взятъ въ количествѣ эквивалентномъ CaO , а именно 5 гр. его.

3) Производился дробный учетъ N .

VI. Определение N „летучего“ NH₃ в клоачной жидкости.

№ анализов по порядку.	Въ какой пробѣ сдѣлано опредѣленіе.	Число куб. сан. жидкості взятыхъ для опредѣленія.		Число куб. с. H ₂ SO ₄ связанныхъ NH ₃ .	Количество N выдѣлившагося изъ взятаго объема жидкости.		Количество выдѣлившагося N по расчету на 1 л. жидкости.
		По отдѣльнымъ опредѣленіямъ.	Среднее.		Г р а м м ы.		
73	Проба I-я	100 ¹⁾	7,34	0,10489 0,10003	} 0,10246	1,025	
		100 ¹⁾	7,00				
74	Тоже	100	6,64	0,09489 0,09217	} 0,09353	0,935	
		100	6,45				
75	Тоже	200	13,00	0,18577 0,18620	} 0,18599	0,930	
		200	13,03 ²⁾				
76	Тоже	100 ¹⁾	6,74	0,09631 0,09674	} 0,09653	0,965	
		100 ¹⁾	6,77				
77	Тоже	100 ¹⁾	6,60	0,09431 0,09932	} 0,09882	0,968	
		100 ¹⁾	6,95				
78	Тоже	100 ¹⁾	6,69	0,09560 0,09417	} 0,09489	0,949	
		100 ¹⁾	6,59				
79	Тоже	100 ¹⁾	6,61	0,09446 0,09589	} 0,09518	0,952	
		100 ¹⁾	6,71				
80	Тоже	200	12,80	0,18291 0,18363	} 0,18327	0,917	
		200	12,85				
81	Проба II-я	100 ¹⁾	9,98	0,14261 0,13990	} 0,14126	1,413	
		100 ¹⁾	9,79				
82	Тоже	100 ¹⁾	10,14	0,14490 0,14619	} 0,14555	1,456	
		100 ¹⁾	10,23				
83	Тоже	100 ¹⁾	10,75 ^(?)	0,15362 0,14433	} 0,14898	1,490	
		100 ¹⁾	10,10				
84	Тоже	100 ¹⁾	9,93	0,14190 0,14261	} 0,14226	1,423	
		100 ¹⁾	9,98				
85	Тоже; бутылъ 2-я	100 ¹⁾	10,13	0,14476 0,14375	} 0,14426	1,443	
		100 ¹⁾	10,06				
86	Тоже; профильтрованная	50 ¹⁾	4,55	0,06502 0,06402	} 0,06452	1,290	
		50 ¹⁾	4,48				

¹⁾ При отгонѣ въ каждую колбу помимо указанныхъ количествъ клоачной жидкости вливалось по 100 к. с. дистиллированной H₂O.

²⁾ Производился дробный учет N.

VII. Определение N отщепляемого в формѣ NH₃ кипяченіемъ съ Ca(OH)₂ клоачной жидкости послѣ выдѣленія „летучаго“ NH₃.

№№ анализовъ по порядку.	Въ какой пробѣ сдѣлана опредѣленіе.	Число куб. с. жидкости взятыхъ для опредѣленія.	Число куб. с. Ca(OH) ₂ прибавленныхъ къ жид.	Число куб. сан. H ₂ SO ₄ связанныхъ NH ₃ .	Количество N выдѣляющагося изъ взятаго объема жидкости.		Количество выдѣл. N по расчету на 1 L. жидкости.
					По отдѣльному опредѣленіямъ.	Среднее.	
					Г р а м м ы.		
87	Проба I; соответствуетъ анализу № 76.	100	2,5	5,95	0,08503	} 0,08610	0,861
		100	2,5	6,10	0,08717		
88	Проба I; соответствуетъ анализу № 77.	100	5,0	6,41	0,09160	} 0,08882	0,888
		100	5,0	6,02	0,08603		
89	Проба I; соответствуетъ анализу № 78.	100	7,5	6,29	0,08988	} 0,08996	0,900
		100	7,5	6,30	0,09003		
0	Проба I; соответствуетъ анализу № 79.	100	10,0	6,37	0,09103	} 0,08946	0,895
		100	10,0	6,15	0,08788		
91	Проба I; соответствуетъ анализу № 80.	200	15,0	12,67	0,18105	} 0,18198	0,910
		200	15,0	12,80*)	0,18291		
92	Проба II; соответствуетъ анализу № 82.	100	2,5	4,72	0,06745	} 0,06895	0,690
		100	2,5	4,93	0,07045		
93	Проба II; соответствуетъ анализу № 83.	100	5,0	5,67	0,08102	} 0,08138	0,814
		100	5,0	5,72	0,08174		
94	Проба II; соответствуетъ анализу № 84.	100	7,5	5,74	0,08202	} 0,08267	0,827
		100	7,5	5,83	0,08331		

Примѣчаніе: Всѣ эти анализы относятся къ порціямъ клоачной массы, въ которыхъ предварительно опредѣлялся „летучій“ NH₃. По окончаніи отгонки „летучаго“ NH₃, при которой жидкость выпаривалась почти до-суха, приставшіе ко дну и стѣнкамъ колбы твердые частицы клоачной массы оттирались стеклянной палочкой съ резиновымъ наконечникомъ, послѣ чего содержимое колбы доводилось дистиллированной H₂O до первоначальнаго объема (200 к. с.), прибавлялось, въ томъ или другомъ количествѣ, известковое молоко, содержащее 100 гр. CaO въ 1 L, и производилась дальнѣйшая отгонка NH₃.

*) Произведевъ дробный учетъ N.

VIII. Определение свободной H_2SO_4 в $(NH_4)_2SO_4$.
(Титрование КОН; индикатор мегиль-оранж).

№№ анализов по порядку.	№№ образцов $(NH_4)_2SO_4$.	Навеска в возд.-сух. состоянии в грамм.	Число куб. см. КОН связанных H_2SO_4 .	Количество H_2SO_4 в навеске в граммах.	% H_2SO_4 .		На обсол.-сух. вещество.
					На возд.-сух. веществ.		
					По отдельным определениям.	Средний.	
95	$(NH_4)_2SO_4$ —I	0,96499 0,96499	6,52 6,53	0,2797 0,2801	28,98 28,03	} 29,01	30,34
96	$(NH_4)_2SO_4$ —II	С о л ь н е й т р а л ь н а я .					
97	$(NH_4)_2SO_4$ —III	0,85194 0,85194	2,30 2,30	0,0987 0,0987	11,59 11,59	} 11,59	11,83
98	$(NH_4)_2SO_4$ —IV	С о л ь н е й т р а л ь н а я .					
99	$(NH_4)_2SO_4$ —V	1,7661 1,7661	10,45 10,47	0,4483 0,4492	25,28 25,43	} 25,41	26,12
100	$(NH_4)_2SO_4$ —VI	1,71794 1,71794	10,66 10,59	0,4573 0,4543	26,61 26,44		
101	$(NH_4)_2SO_4$ —VII	1,98498 1,98498	14,49 14,53	0,6216 0,6233	31,32 31,41	} 31,36	34,00
102	$(NH_4)_2SO_4$ —VIII	2,6907 2,6907	17,13 17,18	0,7349 0,7370	27,31 27,39		
103	$(NH_4)_2SO_4$ —IX	1,5133 1,5133	9,69 9,68	0,4157 0,4153	27,47 27,44	} 27,46	28,11
104	$(NH_4)_2SO_4$ —X	2,4539 2,4539	18,47 18,43	0,7924 0,7906	32,29 32,22		
105	$(NH_4)_2SO_4$ —XI	1,38104 1,38104	6,18 6,19	0,2651 0,2656	19,20 19,23	} 19,22	19,63
106	$(NH_4)_2SO_4$ —XII	1,6841 1,6841	9,48 9,53	0,4067 0,4088	24,15 24,27		
107	$(NH_4)_2SO_4$ —XIII	1,52505 1,52505	5,77 5,78	0,2475 0,2480	16,23 16,26	} 16,25	16,83
108	$(NH_4)_2SO_4$ —XIV	1,57724 1,57724	5,44 5,38	0,2331 0,2408	14,80 14,63		

Примечание: 1 куб. см. КОН соответствует 0,0429 гр. H_2SO_4 .

IX. Определение SO_2 в $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ осадженіемъ BaCl_2 .

№№ анализовъ по порядку.	№№ образцовъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.	Г р а м м ы.		%		
		Величина навѣски.	Количество SO_2 въ навѣскѣ.	По отдѣльнымъ опредѣленіямъ.	Средній.	
109	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —I	0,96499	0,6090	63,11	} 63,24	65,93
		0,96499	0,6114	63,36		
110	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —II	0,7857	0,4591	58,43	} 58,40	61,11
		0,7857	0,4586	58,37		
111	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —III	0,85194	0,5266	61,81	} 61,75	63,04
		0,85194	0,5255	61,68		

X. Определение P_2O_5 въ жидкой жидкости.

№№ анализовъ по порядку.	Въ какой пробѣ сдѣлано определение.	Число куб. сап. жидкости взятыхъ для анализа.	Г р а м м ы.		
			По отдѣльнымъ опредѣленіямъ.	Среднее.	Количество P_2O_5 во взятомъ объемѣ жидкости.
112	Проба I	200	0,13514	} 0,13625	0,681
		200	0,13736		
113	Проба II	200	0,27931	} 0,27979	1,369
		200	0,28027		

Примечаніе: Содержаніе по Меркюру: осадженіе интратимъ сънособомъ.

XI. Опредѣленіе P_2O_5 въ пудретахъ.

№№ анализовъ по ряду.	№№ образцовъ пудреть.	Величина воздушно-сухой навѣски.	Количество P_2O_5 въ навѣскѣ.	% P_2O_5 .		
		Г р а м м ы.		На возд. сух. вещество.		На абс.-сухое вещество.
				По отдѣльн. дѣленіямъ.	Среднее.	
114	Пудреть № I	1,2636	0,0449	3,55	} 3,58	4,48
		1,2636	0,0456	3,61		
115	Пудреть № II	1,6085	0,0343	2,13	} 2,12	2,45
		1,6085	0,0340	2,11		
116	Пудреть № III	1,5373	0,0319	2,08	} 2,12	2,17
		1,5373	0,0330	2,15		
117	Пудреть № IV	1,6736	0,0490	2,93	} 2,90	3,06
		1,6736	0,0478	2,86		
118	Пудреть № V	2,7020	0,0650	2,41	} 2,44	2,52
		2,7020	0,0668	2,47		
119	Пудреть № VI	3,2419	0,0632	1,95	} 1,85	1,92
		3,2419	0,0566	1,75		
120	Пудреть № VII	3,8576	0,1269	3,35	} 3,34	3,55
		3,8576	0,1280	3,32		
121	Пудреть № VIII	3,74472	0,1269	3,39	} 3,38	3,60
		3,74472	0,1260	3,36		
122	Пудреть № IX	4,0445	0,1211	2,99	} 3,02	3,35
		4,0445	0,1229	3,04		

Примечаніе. При первыхъ анализахъ пудреты обрабатывались царской водкой, при остальныхъ велось сожженіе по Меркюру: въ томъ и другомъ случаѣ осажденіе цитратнымъ способомъ.

Замѣченныя опечатки.

<i>Стр.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано.</i>	<i>Должно быть.</i>
3	11 стр.	основаіи	основаіи
4	11 св.	заключающемся	заключающихся
9	2 св.	поправку, но	поправку, оо
13	16 „	чтоомы	чтобы
20	12 „	выдѣлль	выдѣлвла
21	10 св.	отщепяль	отщепала
22	въ таблицѣ	„органическій“	„органическій...“
23	16 „	ровно	равно
24	1 св.	котре	которое
28	7 св.	взятаго для перегонки	взятой для перегонки
31	10 св.	употребляемаго	употреблявшейся
32	5 „	соотвѣтствующихъ	соотвѣтствующихъ
33	6 св.	этого послѣдняго	этой послѣдней
„	20 „	котре	которое
„	17 св.	являются	является
35	2 св.	нее	нея
„	13 св.	опредѣленныя	опредѣленные
36	6 св.	однаковую	одинаковую
42	17 „	летучаго»	«летучаго»
„	6 св.	дестилляціонной	дестилляціонной
45	3 въ 7-ой графѣ таб.	отъ начааа	отъ начала
48	22 „	составятъ,	составятъ,—
56	5 въ 7-ой графѣ таб.	по результату	по расчету
57	13 св.	1-го со 2-мъ;	1-го со 2-мъ,
62	13 св.	скопяющейся	скопяющійся
65	5—6 св.	быль прибавленъ	была прибавлена
72	22 св.	соль—	соль,—
76	4 „	нѣкоторые	нѣкоторыя
77	сноска	276	24
86	2 въ 4-ой графѣ таб.	прибавленнаго	прибавленной
88	18 св.	подобнаго	побочнаго
93	4 св.	подобнаго	побочнаго