

611.018  
К 906

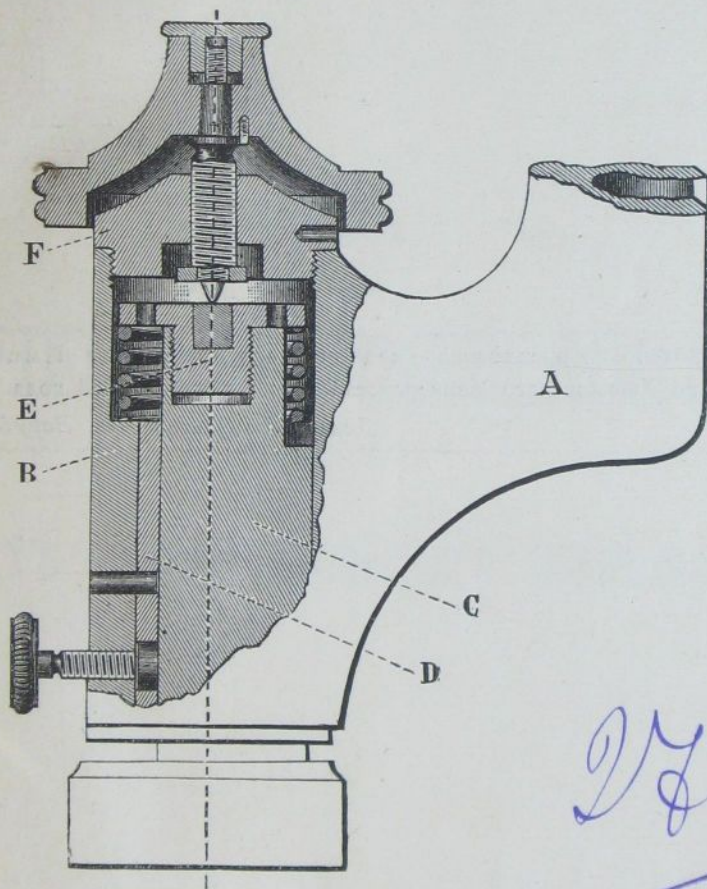
Кульчицкий Н.  
Основы практической  
гистологии ч. I.



# ОСНОВЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ГИСТОЛОГИИ

Д-ра Н. Кульчицкаго

Прозектора гистологии при Императорскомъ Харьковскомъ Университетѣ.



Часть I.

Ученіе о микроскопѣ и способахъ микроскопическаго изслѣдованія.

ХАРЬ КОВЪ.

ИЗДАНИЕ КНИЖНАГО МАГАЗИНА Д. Н. ПОЛУЕХТОВА.

1889.

2012

611.018  
K906



611.018  
K906

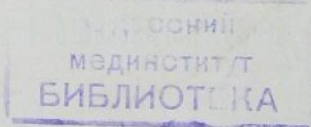
611.018

+ 611.018

Печатать дозволено по опредѣленію медицинскаго факультета Императорскаго Харьковскаго Университета 19-го декабря 1888 года.

Деканъ факультета *Ив. Зарубинъ.*

192603



**ХАРЬКОВЪ.**

Типографія М. Ф. Зильберберга, Рыбная ул., д. № 25.

1889.



ЧАСТЬ I.

# УЧЕНІЕ О МИКРОСКОПѢ

И

СПОСОБАХЪ МИКРОСКОПИЧЕСКАГО ИЗСЛѢДОВАНІЯ.



## ОТЪ АВТОРА.

---

Всякій, кто занимается микроскопіей, хорошо знаетъ, какъ быстро идетъ она по пути своего совершенствованія и потому никто не сочтетъ излишнимъ появленія новаго руководства въ этой области. Однако, составляя свои «основы практической гистологіи» я былъ далекъ отъ мысли передать и обработать весь относящійся сюда матеріаль. Я писалъ свою книгу съ болѣ скромной и лично для меня гораздо болѣ симпатичной цѣлью—*помочь начинающему въ трудномъ дѣлѣ микроскопическаго изслѣдованія*. Вмѣстѣ съ тѣмъ мнѣ хотѣлось, чтобы мой трудъ не былъ помѣхой ни самодѣятельности работающаго, ни руководству преподавателя. Вотъ почему я старался быть краткимъ и по возможности отгнать принципы изслѣдованія отъ подробностей.

Насколько я достигъ предположенной цѣли, конечно, покажетъ будущее. Однако я нисколько не сомнѣваюсь, что предлагаемый трудъ не есть образцовое произведеніе, и потому спѣшу теперь же высказать, что я буду сердечно признателенъ всякому, кто захочетъ указать мнѣ его недостатки, все равно, въ какой бы формѣ ни были сдѣланы эти указанія, въ формѣ ли частнаго письма или газетной статьи.

Въ заключеніе я долженъ прибавить, что глава о теоріи микроскопа была просмотрѣна проф. физики А. П. Шимковымъ, за что я считаю своею пріятной обязанностью выразить уважаемому профессору сердечную благодарность.

---



## Краткій очеркъ исторіи микроскопа.

Первыя точныя свѣдѣнія относительно способности сферическихъ стеколъ давать увеличенныя изображенія мы находимъ въ оптикѣ араба Alhazen'a, жившаго въ концѣ XI-го вѣка. Ему было извѣстно, что если предметъ лежитъ плотно на ровной поверхности стекляннаго отрѣзка шара, котораго выпуклая сторона обращена къ глазу наблюдателя, то *предметъ кажется увеличеннымъ*. Далѣе этого однако знанія Alhazen'a не простирались.

Болѣе 100 лѣтъ спустя жилъ Roger Baco, которому оптика во многомъ обязана своимъ развитіемъ. Это былъ ученѣйшій для своего времени и безусловно замѣчательный человѣкъ. Онъ раздѣлил обыкновенную судьбу тѣхъ, кто въ то время занимался наукой. Онъ былъ обвиненъ въ колдовствѣ, заключенъ въ тюрьму, гдѣ томился около десяти лѣтъ, и по нѣкоторымъ даннымъ можно думать, что тамъ и умеръ (1292).

Изъ многихъ мѣстъ его сочиненій видно, что онъ былъ знакомъ съ употребленіемъ выпуклыхъ стеколъ и даже есть основанія предполагать, что онъ пытался устроить изъ нихъ болѣе сложный оптический инструментъ. Говорятъ, что Roger Baco вышлифовалъ стекло, черезъ которое онъ видѣлъ удивительныя для того времени вещи, и дѣйствіе этого стекла современники приписывали дьявольской силѣ.

R. Baco не только зналъ довольно много фактовъ относительно дѣйствія сферическихъ стеколъ, но и давалъ совершенно правильныя объясненія нѣкоторымъ явленіямъ. Такъ напр. онъ предполагалъ, что увеличеніе предмета зависитъ отъ того, что мы разсматриваемъ его черезъ стекло подъ бѣльшимъ угломъ. Уже R. Baco сознавалъ практическое значеніе выпуклыхъ стеколъ для стариковъ и вообще для людей съ слабымъ зрѣніемъ. Ясно, что отъ этого времени было недалеко до изобрѣтенія очковъ. И дѣйствительно вскорѣ послѣ смерти Baco, а можетъ быть даже нѣсколько раньше въ Европѣ стали употребляться очки.

Redi думаетъ, что очки были изобрѣтены въ періодъ отъ 1280 до 1311 года. Имя изобрѣтателя ихъ долгое время не было извѣстно, пока не была найдена старая надгробная надпись въ церкви Santa Maria Maggiore во Флоренціи. На основаніи этой надписи полагаютъ, что изобрѣтателемъ очковъ былъ монахъ Armati, умершій въ 1317 году.

Очки очень быстро начали входить въ употребленіе и въ половинѣ 16-го столѣтія въ Миддельбургѣ было два фабриканта очковъ—Hans Janssen съ сыномъ, и Lippershey, а ко времени Левенгука ихъ было три въ Лейденѣ.



Исторія изобрѣтенія очковъ интересна для насъ въ томъ отношеніи, что появленіемъ ихъ отмѣчается моментъ, когда сдѣлалось извѣстнымъ искусство шлифовать стекла съ большимъ фокуснымъ разстояніемъ. Очки были первымъ простымъ оптическимъ инструментомъ. Съ этого времени была дана уже полная возможность употреблять увеличительныя стекла не только для удобства людей, которымъ измѣняло зрѣніе, а и съ научными цѣлями. Дѣйствительно люди, занимавшіеся наукой, мало по малу стали пользоваться ими въ видѣ небольшихъ инструментовъ—лупъ. Казалось бы, что вмѣстѣ съ открытіемъ увеличительной способности сферическихъ стеколъ и изобрѣтенія простыхъ оптическихъ инструментовъ (очки), не трудно уже было бы перейти къ устройству сложныхъ инструментовъ—микроскопа или телескопа. Однако до изобрѣтенія сложнаго микроскопа прошло еще много времени, около трехъ столѣтій.

Мы имѣемъ полное основаніе полагать, что сложный микроскопъ впервые былъ устроенъ въ Миддельбургѣ (въ Голландіи) фабрикантами очковъ Гансомъ и Захаріемъ Янсенами. За это говоритъ свидѣтельство W. Voegel'я, который родился въ Миддельбургѣ (1591) и въ 1627 году былъ посланникомъ въ Парижѣ. Онъ лично зналъ семью Janssen'a и еще въ дѣтствѣ часто слышалъ, что этотъ Hans Janssen съ своимъ сыномъ изобрѣли микроскопъ.

Кромѣ того существуетъ еще свидѣтельство внука Hans'a Janssen'a (Ioannes Zacharides), который приписываетъ изобрѣтеніе микроскопа своему отцу—Захарію Янсену, и говоритъ, что это произошло, какъ онъ часто слышалъ, въ 1590 году.

Въ приведенныхъ показаніяхъ нѣтъ причины сомнѣваться и потому можно принять, что первые микроскопы были дѣйствительно изобрѣтены въ Голландіи Гансомъ или Захаріемъ Янсенами (фабрикантами очковъ въ Миддельбургѣ) и что это произошло въ концѣ шестнадцатаго столѣтія, быть можетъ въ 1590 г.

По описанію W. Voegel'я микроскопъ Janssen'a имѣлъ слѣдующій видъ—труба его была сдѣлана изъ бронзированной мѣди около полутора фута длиною и двухъ дюймовъ шириною, она поддерживалась тремя дельфинами изъ такого же металла и все укрѣплялось на подставкѣ изъ чернаго дерева. Оптическія части состояли вѣроятно изъ двухъ двояковыпуклыхъ линзъ, объективной и окулярной.

Микроскопы Janssen'a, и вообще микроскопы сдѣланные въ 17-мъ вѣкѣ (по крайней мѣрѣ первой половины), какъ то микроскопы Galilei'я, Fontana, Drebbel'я и др. до насъ не дошли. Несомнѣнно, что микроскопы распространялись очень медленно по весьма многимъ причинамъ, и между прочимъ потому, что они были на столько несовершенны, что являлись скорѣй чудесной и притомъ очень дорогой забавой, нежели полезнымъ орудіемъ для научнаго изслѣдованія. Нельзя однако ни на минуту допустить мысли, чтобы изслѣдователи того времени не сознавали значенія микроскопа для науки. Напротивъ съ исторіей его связаны имена людей, обезсмертившихъ себя своими изслѣдованіями, какъ Гюйгенсъ, Левенгукъ и др., и микроскопъ при ихъ содѣйствіи дѣлалъ быстрые успѣхи на пути своего усовершенствованія. Мы не будемъ разсматривать здѣсь подробно всѣхъ попытокъ къ улучшенію микроскопа, которыя были предпри-



няты въ то время, а отмѣтимъ лишь нѣкоторые моменты, гдѣ замѣчался болѣе или менѣе рѣзкій прогрессъ.

а) Прежде всего мы должны указать на усовершенствованія, введенныя Гюйгенсомъ. До него для полученія большаго увеличенія пользовались отодвиганіемъ окулярной линзы отъ объективной. Гюйгенсъ показалъ, что *изображеніе во многомъ вышрываетъ, если большее увеличеніе будетъ достигнуто не удаленіемъ окулярной линзы, а уменьшеніемъ фокуснаго разстоянія объективной линзы.* Этимъ совершенно вѣрнымъ принципомъ пользуются и въ настоящее время, и наши современные объективы въ значительной мѣрѣ обязаны ему своимъ совершенствомъ.

Гюйгенсу принадлежитъ еще немалая заслуга въ дѣлѣ устраненія сферической аберраціи. Онъ указалъ, насколько нужно сдуть отверстие линзы для того, чтобы получить наиболѣе отчетливое изображеніе.

б) Одно изъ очень важныхъ усовершенствованій принадлежитъ Davini (около 1668 г.). Онъ взялъ для окуляра двѣ плосковыпуклыхъ линзы, которыя прикасались другъ къ другу своими выпуклыми сторонами. Этимъ достигалось выравниваніе поля зрѣнія и одинаковость увеличенія различныхъ частей предмета. Davini первый началъ употреблять также и объективы, состоящіе изъ двухъ стеколъ (дублеты). Уже тогда было извѣстно, что при такомъ болѣе сложномъ строеніи объектива, уменьшается до извѣстной степени сферическая аберрація.

с) Въ микроскопахъ Janssen'a, а также и всѣхъ другихъ за нимъ слѣдующихъ фабрикантовъ, для освѣщенія предмета употреблялся только падающій свѣтъ и микроскопы были пригодны только для изслѣдованія непрозрачныхъ объектовъ. Torntona (1685) устроилъ микроскопъ, освѣщаемый проходящимъ свѣтомъ. Освѣщеніе посредствомъ зеркала впрочемъ было введено гораздо позднѣе Hertel'emъ (1715).

Не смотря на то, что въ устройствѣ микроскопа въ теченіи всего 18-го и началѣ 19-го столѣтія были сдѣланы весьма существенныя улучшенія, онъ все же былъ очень несовершененъ и главнымъ образомъ потому, что въ объективахъ не была устранена хроматическая аберрація. Изслѣдователи конечно глубоко чувствовали значеніе этого недостатка и пытались уничтожить его, хотя на первыхъ порахъ не совсѣмъ удачно. Такъ знаменитый Ньютонъ послѣ нѣсколькихъ неудачныхъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что цвѣтное свѣторазсѣяніе для всѣхъ преломляющихъ средъ одинаково и стало быть было бы совершенно напраснымъ трудомъ стремиться уничтожить хроматическую аберрацію соединеніемъ двухъ различно преломляющихъ средъ. Однако вскорѣ послѣ смерти Ньютона, а именно въ 1722 году было фактически доказано, что онъ заблуждался. Нѣкто Честеръ Муръ Гелль (More Hall) составилъ ахроматическую линзу изъ крапгласа и флинтгласа. Продолжая свои опыты, Hall приготовилъ и ахроматическій объективъ для телескопа (1733).

Прошло однако много лѣтъ пока это открытіе стало служить наукѣ. Пятьдесятъ лѣтъ спустя, даже имя истиннаго изобрѣтателя ахроматизаціи стеколъ



было позабыто. Это изобрѣтеніе ошибочно приписывали Доллонду (John Dollond), которому впрочемъ принадлежитъ немалая заслуга въ дѣлѣ улучшенія и распространенія ахроматическихъ объективовъ. Доллондъ началъ изготовлять ахроматическіе объективы для телескопа въ 1757 году. Гораздо позднѣе (1762) такіе же объективы стали изготовляться въ Голландіи Jan'омъ и Hermann'омъ van Deyl.

Ранѣе этого, а именно въ 1747 году, когда уже былъ изготовленъ ахроматическій объективъ Hall'я, Euler повторилъ опыты Ньютона и пришелъ къ тѣмъ же отрицательнымъ результатамъ, но, узнавши впослѣдствіи объ объективахъ Доллонда, Euler развилъ и теоретическую сторону этого вопроса. Онъ же первый примѣнилъ принципы устройства ахроматическихъ объективовъ къ микроскопу. Первые указанія въ этомъ отношеніи мы находимъ въ сочиненіи Nicol. Fuss'a, жившаго въ Петербургѣ (1774), которое было составлено при содѣйствіи Euler'a. Въ этой книгѣ очень подробно описано устройство микроскопа съ ахроматическими линзами. Однако Fuss такого микроскопа не сдѣлалъ.

Истинные ахроматическіе объективы для микроскопа были сдѣланы въ Голландіи впервые Jan'омъ и Hermann'омъ van Deyl (1807). Микроскопъ Deyl'я имѣлъ двѣ ахроматическія линзы. Фокусное разстояніе ихъ было 18 и 13 mm. Увеличеніе достигало 170 разъ съ выдвинутой трубой. Обѣ линзы могли служить вмѣстѣ, какъ одинъ объективъ, при чемъ увеличеніе достигало 125—229 разъ.

Микроскопы Deyl'я были лучшими для своего времени. Одновременно съ ними приготавливали микроскопы съ ахроматическими линзами—Frauenhoffer (въ Мюнхенѣ), Tulley (въ Англіи), Amici (въ Италіи).

Въ 1824 году Seligie представилъ въ Парижскую академію микроскопъ, сдѣланный Vincent'омъ и Charles'емъ Chevalier подъ его руководствомъ. Объективъ Chevalier имѣлъ фокусное разстояніе 37 mm. и состоялъ изъ двояковыпуклой кронгласовой и плосковыпуклой флинтгласовой линзъ. Поперечникъ его былъ 12 mm., толщина 4 mm. Нѣсколько такихъ ахроматическихъ паръ можно было употреблять, какъ одинъ объективъ (систему), чѣмъ достигалось большее увеличеніе и болѣе или менѣе значительное ограниченіе сферической аберраціи. Увеличеніе достигало 1200 разъ, но однако уже при 500 не хватало свѣта и нужно было употреблять искусственное освѣщеніе. Нѣтъ сомнѣнія, что микроскопъ Seligie-Chevalier представлялъ значительный шагъ впередъ въ исторіи развитія микроскопа, благодаря тому что въ немъ въ первый разъ было введено употребленіе системы ахроматическихъ линзъ, чему главнымъ образомъ и наши новѣйшіе микроскопы обязаны своимъ совершенствомъ.

Очень скоро, а именно въ томъ же году, Chevalier изготовилъ ахроматическую линзу уже съ относительно короткимъ фокуснымъ разстояніемъ—8 mm. Она имѣла 4 mm. въ поперечникѣ и 2 mm. толщины.

Какъ кажется, Chevalier также принадлежитъ заслуга введенія канадскаго бальзама для склеиванья кронгласовой и флинтгласовой линзъ, чѣмъ было устранено преломленіе на границѣ этихъ послѣднихъ. За Chevalier слѣдуетъ



фирма Oberhäuser'a (также въ Парижѣ), которая и по количеству и по качеству микроскоповъ занимала безусловно первенствующее мѣсто на европейскомъ континентѣ. Въ 1860 году фирма эта перешла къ Hartnack'у, превосходные микроскопы котораго и до сихъ поръ имѣютъ лишь очень немного соперниковъ.

Въ новѣйшую эпоху развитія микроскопа, которая начинается съ 1824 года, когда впервые появился микроскопъ Chevalier-Seligue'a, мы должны отмѣтить нѣсколько крупныхъ открытій, благодаря которымъ новѣйшіе микроскопы доведены почти до предѣльнаго совершенства.

Въ 1850 г. Amici въ первый разъ ввелъ иммерсіонные объективы (водные). Они были въ значительной степени усовершенствованы Hartnack'омъ (1859).

Въ 1878 году по указаніямъ Stephenson'a (въ Лондонѣ) былъ изготовленъ на фабрикѣ Zeiss'a (Iena) объективъ съ маслянной иммерсіей или т. наз. *гомогенно-иммерсіонный объективъ*.

Въ заключеніе нашего краткаго историческаго очерка мы обращаемъ вниманіе на замѣчательное изобрѣтеніе пр. Abbe (Iena) т. наз. *апохроматовъ*, которые составляютъ эпоху и въ исторіи микроскопа и въ исторіи всѣхъ наукъ, основанныхъ на микроскопическихъ наблюденіяхъ. Мы не можемъ также пройти молчаніемъ превосходнаго техника д-ра Zeiss'a, фабрика котораго, благодаря прекрасному исполненію гомогенныхъ объективовъ и апохроматовъ, занимаетъ въ настоящее время безусловно первое мѣсто среди другихъ.

## Теорія и устройство микроскопа.

Стекла, ограниченныя сферическими поверхностями, обладаютъ въ высокой степени интереснымъ свойствомъ, а именно *всѣ лучи, идущіе изъ одной точки, собираютъ послѣ преломленія снова въ одну точку*. Если лучи, положимъ, идутъ изъ какой либо точки *a*, и послѣ своего преломленія въ сферическомъ стеклѣ всѣ лучи сойдутся въ какой либо точки *b*, то, какъ мы увидимъ ниже, положеніе точки *b* находится въ извѣстной зависимости отъ положенія точки *a* и отъ свойствъ сферическаго стекла. Если бы лучи, при тѣхъ же условіяхъ, выходили изъ точки *b*, слѣдовательно въ обратномъ направленіи, то они сошлись бы въ точкѣ *a*. Такая пара точекъ носитъ названіе *сопряженныхъ точекъ схождения лучей*, при чемъ точка, изъ которой идутъ лучи, есть точка предмета, а точка, въ которой сходятся лучи послѣ преломленія, есть точка изображенія.

Есть случаи, когда послѣ преломленія, лучи дѣйствительно пересѣкаются въ одной точкѣ, которая и можетъ быть наблюдаема какъ свѣтлая точка на экранѣ; въ этомъ случаѣ изображеніе называется *дѣйствительнымъ*, и оно получается всегда по другую сторону стекла, чѣмъ та, гдѣ находится предметъ. Въ другихъ случаяхъ преломленные въ сферическомъ стеклѣ лучи не только не собираются въ одну точку, но становятся еще болѣе расходящимися. Тогда за изображеніе считаютъ точку, въ которой пересѣкаются продолженія преломленныхъ



лучей въ сторону, гдѣ находится предметъ, при чемъ изображеніе будетъ лежать въ той же средѣ, какъ и предметъ. Въ такомъ случаѣ это пересѣченіе продолженій преломленныхъ лучей называется *мнимой точкой схождения лучей или мнимой точкой изображенія*, и получить свѣтлую точку на экранѣ, помѣстивъ его въ этой точкѣ, будетъ очевидно невозможнымъ.

Если вмѣсто точки мы возьмемъ какой нибудь предметъ, то каждая точка предмета дастъ соответственное изображеніе; при небольшихъ размѣрахъ предмета, точки изображенія будутъ занимать такое же относительно другъ друга положеніе, какъ и въ самомъ предметѣ—*изображеніе въ этомъ случаѣ будетъ геометрически подобно предмету*.

Для того, чтобы легче ориентироваться въ послѣдующихъ выводахъ, мы должны ознакомиться съ нѣкоторыми данными преломленія лучей сферической поверхностью. Пусть даны двѣ среды, разграниченныя сферической поверхностью, радиусъ которой  $ac = r$ . (Рис. 1). Назовемъ абсолютные показатели преломленія 1-й и 2-й среды черезъ  $n_1$  и  $n_2$ .

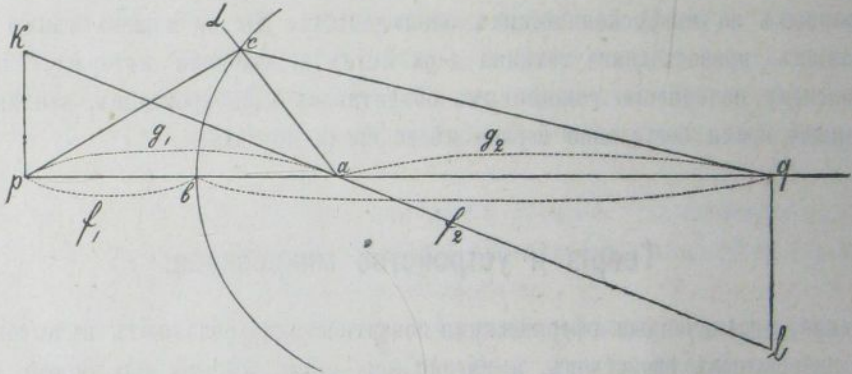


Рис. 1.

Лучъ  $pc$  падающій подъ угломъ  $pcd$  преломится подъ угломъ  $acq$  и пойдетъ къ точкѣ  $q$ . Здѣсь мы имѣемъ прежде всего общій законъ преломленія, т. е.

$$\frac{Sn(pcd)}{Sn(acq)} = \frac{n_2}{n_1} \dots \dots \dots (1)$$

Затѣмъ изъ треугольниковъ  $pca$  и  $acq$  имѣемъ

$$\frac{Sn(pca)}{Sn(cpa)} = \frac{ap}{ac}, \quad \frac{Sn(acq)}{Sn(cqa)} = \frac{aq}{ac}$$

Раздѣливъ послѣднія равенства другъ на друга и подставивъ вмѣсто  $Sn(pca)$  равный ему  $Sn(pcd)$ , получимъ

$$\frac{Sn(pcd)}{Sn(acq)} \cdot \frac{Sn(aqc)}{Sn(apc)} = \frac{ap}{aq} \dots \dots \dots (2)$$



Первый множитель лѣвой части равенства  $= \frac{n_2}{n_1}$ , а второй опредѣляется изъ треугольника  $pcq$

$$\frac{Sn(aqc)}{Sn(apc)} = \frac{pc}{cq}$$

Для практическихъ приложений особенно важное значеніе имѣютъ лучи, образующіе лишь слабо расходящіяся изъ  $p$  пучки лучей и которые поэтому называются лучами *центральными*. Если лучи  $pc$  и  $pb$  разсматривать какъ лучи центральные, то точки  $b$  и  $c$  на поверхности будутъ лежать на маломъ разстояніи одна отъ другой и  $pc$  и  $cq$  могутъ быть замѣнены  $pb$  и  $bq$ . Подставивши въ равенство (2) вмѣсто отношеній синусовъ равныя имъ величины, получимъ

$$\frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{pb}{qb} = \frac{ap}{aq} \dots \dots \dots (3)$$

Введемъ ради уясненія нѣкоторыя обозначенія.

Пусть

$$\begin{aligned} ab &= ac = r \\ bp &= f_1, \quad bq = f_2 \\ ap &= g_1, \quad aq = g_2. \end{aligned}$$

Тогда равенство (3) представится такъ

$$\frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{f_1}{f_2} = \frac{g_1}{g_2} \dots \dots \dots (4)$$

а такъ какъ  $g_1 = f_1 + r$ , а  $g_2 = f_2 - r$ , то получимъ

$$\frac{n_2 f_1}{n_1 f_2} = \frac{f_1 + r}{f_2 - r} \dots \dots \dots (5)$$

Переносъ изъ правой части равенства  $f_1$  и  $f_2$  въ лѣвую получимъ

$$\frac{n_1}{f_1} + \frac{n_2}{f_2} = \frac{n_2 - n_1}{r} \dots \dots \dots (6)$$

Опредѣлимъ значеніе  $f_1$  и  $f_2$  для того частнаго случая, когда одинъ изъ нихъ  $= \infty$ .

Положимъ  $f_2 = F_2$  въ томъ случаѣ, когда  $f_1 = \infty$ . Тогда изъ (6) получаемъ

$$F_2 = \frac{n_2 r}{n_2 - n_1}$$



Положимъ  $f_2 = \infty$ . Тогда обозначая  $f_1$  черезъ  $F_1$ , получимъ

$$F_1 = \frac{n_1 r}{n_2 - n_1}.$$

Если мы далѣе (6) умножимъ на  $r$  и раздѣлимъ на  $n_2 - n_1$ , то получимъ

$$\frac{n_1 r}{n_2 - n_1} + \frac{n_2 r}{n_2 - n_1} = 1$$

или

$$\frac{F_1}{f_1} + \frac{F_2}{f_2} = 1 \dots \dots \dots (7)$$

Это и есть общая формула для сопряженныхъ разстояній  $f_1$  и  $f_2$  предмета и его изображенія. Въ физикѣ доказывается, что эта формула выведенная нами для центральныхъ лучей одной сферической преломляющей поверхности, имѣеть мѣсто для двухъ, трехъ и вообще какого угодно числа сферическихъ преломляющихъ поверхностей, центры которыхъ лежатъ на одной линіи. Такимъ образомъ она прикладывается какъ къ отдѣльнымъ стекламъ, такъ и къ оптическимъ приборамъ, изъ нихъ составляемымъ. Она выведена однако только для центральныхъ лучей. Для обыкновенныхъ двояковыпуклыхъ стеколъ, находящихся въ воздухѣ, первый и второй фокусъ ( $F$ ) равны между собой, а равенство (7) измѣняетъ въ

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \dots \dots \dots (8)$$

Опредѣляя изъ (7) величину  $f_1$  и  $f_2$ , получимъ

$$f_2 = \frac{F_2 f_1}{f_1 - F_1}, \quad f_1 = \frac{F_1 f_2}{f_2 - F_2} \dots \dots \dots (9)$$

Изслѣдуя эти выраженія, мы приходимъ къ очень важнымъ заключеніямъ, а именно: если  $f_1 = F_1$ , то  $f_2 = \infty$ ; если  $f_1 < F_1$ , то  $f_2$  будетъ отрицательнымъ; если  $f_1 > F_1$ , то  $f_2$  будетъ положительнымъ;  $f_1$  уменьшается съ увеличеніемъ  $f_2$ .

Постараемся далѣе опредѣлить, въ какихъ отношеніяхъ находится величина изображенія къ величинѣ предмета, или, лучше сказать, отчего зависитъ линейное увеличеніе предмета при преломленіи свѣта черезъ одну сферическую преломляющую поверхность.



Пусть  $kr = 0$  будетъ небольшой объектъ,  $ql = J$  его изображеніе. Изъ подобныхъ треугольниковъ  $akr$  и  $agl$  имѣемъ

$$\frac{J}{0} = \frac{q_2}{g_1}$$

На основаніи ранѣ выведенныхъ отношеній (4)

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{n_1}{n_2}$$

Стало быть

$$\frac{J}{0} = \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{n_1}{n_2}$$

Это отношеніе называется *линейнымъ увеличеніемъ* вслѣдствіе преломленія. Вставивши въ это равенство вмѣсто  $f_2$  и  $f_1$  найденныя для нихъ величины изъ (9) получимъ

$$\frac{J}{0} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{F_2 f_1 (f_2 - F_2)}{(f_1 - F_1) F_1 f_2} = \frac{f_2 (f_2 - F_2)}{f_2 F_1} \cdot \frac{n_1}{n_2}$$

или сокращая на  $f_2$  и обозначая увеличеніе  $\frac{J}{0}$  черезъ  $N$ , получимъ

$$N = \frac{(f_2 - F_2)}{F_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} \dots \dots \dots (10)$$

Формула эта распространяется и на системы поверхностей или стеколъ, при чемъ, если обѣ крайнія среды одинаковы (напр. приборъ стоитъ въ воздухѣ) то  $n_1$  и  $n_2$  также одинаковы и слѣдовательно

$$N = \frac{f_2 - F_2}{F_1} \dots \dots \dots (11)$$

Такимъ образомъ линейное увеличеніе предмета увеличивается по мѣрѣ удаленія изображенія и по мѣрѣ уменьшенія фокуснаго разстоянія  $F_1$  системы. Обозначая для краткости  $f_2 - F_2$  черезъ  $l_2$ , получимъ

$$N = \frac{l_2}{F_1} \dots \dots \dots (12)$$

Изъ линейнаго увеличенія  $N$  перейдемъ къ плоскому или поверхностному, взявши  $N^2$ . Изъ формулы (12) можно заключить, что соответственнымъ под-



боромъ величины  $l_2$  и  $F'_1$ , можно получить какое угодно значеніе для увеличенія  $N$ ; но для разсматриванія изображенія существенно не только его увеличеніе, но и степень его освѣщенія, къ которому мы и перейдемъ.

Въ оптическихъ инструментахъ освѣщеніе изображенія или, что тоже, пропускаемое линзой количество лучей, участвующихъ въ построенія изображенія, играетъ едва ли не самую важную роль. Уже давно (1830) Lister обратилъ вниманіе на то обстоятельство, что количество лучей, пропускаемыхъ линзой, зависитъ отъ такъ называемаго *отверстнаго угла линзы*. Подъ этимъ угломъ разумѣютъ *уголъ*, вершина котораго лежитъ въ фокусъ линзы, а стороны опираются на ея диаметръ. Однако уголъ отверстія самъ по себѣ не представляетъ вполне точной мѣры для количества лучей, пропускаемыхъ линзой, хотя и является дѣйствительно однимъ изъ главныхъ факторовъ, опредѣляющихъ это количество.

Аbbe даетъ съ этой цѣлью другую мѣру, вполне точную, а именно уголъ выходящихъ лучей, который опредѣляется легко.

Пусть  $S$  (Рис. 2) представляетъ преломляющую линзу,  $O_1O_2$  объектъ, изъ отдѣльныхъ точекъ котораго свѣтъ распространяется подѣ угломъ  $= 2u$ ,  $O'_1O'_2$  — изображеніе предмета, къ отдѣльнымъ точкамъ котораго лучи сходятся подѣ угломъ  $2u'$ ,  $\varphi$  и  $\varphi'$  — поверхности объекта и изображенія,  $J$  и  $J_1$  — количество свѣта для  $\varphi$  и  $\varphi'$ .

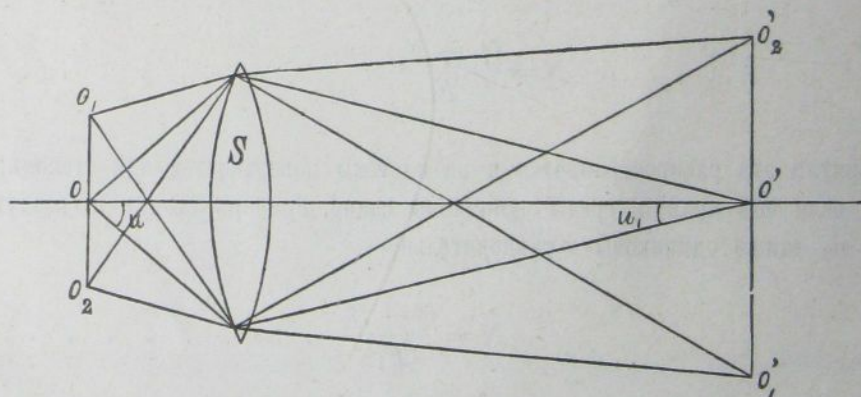


Рис. 2.

Тогда, на основаніи фотометрическаго закона <sup>1)</sup> имѣемъ

$$J = \varphi \cdot Sn^2(u)$$

$$J_1 = \varphi' \cdot Sn^2(u').$$

<sup>1)</sup> Dippel, Das Mikroskop und....., 1882, стр. 54.



Пренебрегая малой потерей свѣта при прохожденіи черезъ  $S$ , и полагая, что объектъ и изображеніе находится въ одинаковой средѣ, мы должны будемъ принять, что  $J$  и  $J_1$  равны между собой, а слѣдовательно

$$\varphi \cdot Sn^2(u) = \varphi' \cdot Sn^2(u').$$

Но  $\varphi'$  есть лишь увеличенное въ  $N^2$  разъ  $\varphi$ , т. е.,

$$\varphi' = \varphi \cdot N^2.$$

Подставивши вмѣсто  $\varphi'$  равную ему величину, получаемъ

$$\varphi \cdot Sn^2(u) = \varphi \cdot N^2 \cdot Sn^2(u')$$

или

$$Sn(u) = N \cdot Sn(u'),$$

а при разныхъ показателяхъ преломленія обѣихъ средъ  $n_1$  и  $n_2$ ,

$$n_1 \cdot Sn(u) = N \cdot n_2 \cdot Sn(u').$$

Отсюда

$$Sn(u') = \frac{1}{N} \cdot \frac{n_1}{n_2} Sn(u) \dots \dots \dots (13)$$

Для небольшихъ угловъ, какимъ бываетъ всегда  $u'$ , можно принять  $Sn(u') = u'$ . Кромѣ того въ нашихъ оптическихъ инструментахъ изображеніе всегда находится въ воздухѣ, т. е. показатель преломленія второй среды ( $n_2$ ) всегда = 1. Имѣя это въ виду вмѣсто равенства (13), получаемъ

$$u_1 = \frac{1}{N} \cdot n_1 \cdot Sn(u).$$

Слѣдовательно половина угла выходящихъ лучей, принимающихъ участіе въ составленіи изображенія зависитъ отъ увеличенія и отъ  $n_1 \cdot Sn(u)$ , а при одинаковыхъ увеличеніяхъ исключительно отъ  $n_1 \cdot Sn(u)$ . Это произведеніе Abbe называетъ *апертурой*, обозначая ее символомъ  $a$

$$a = n_1 \cdot Sn(u).$$

Значеніе апертуры мы выяснимъ впоследствии болѣе подробно.



Всѣ предыдущія разсужденія относительно хода лучей и зависимости сопряженных точекъ схождения ихъ, были выведены нами только для лучей *центральныхъ*, какъ это и было указано выше. Въ дѣйствительности однако мы никогда не имѣемъ дѣла только съ центральными лучами, такъ какъ при этомъ нужно было бы брать слишкомъ тонкіе пучки лучей и, соотвѣтственно, пользоваться недостаточнымъ освѣщеніемъ. Напротивъ большинство лучей, участвующихъ въ составленіи изображенія, суть лучи *нецентральные*, которые болѣе или менѣе значительно уклоняются отъ хода центральныхъ лучей и производятъ такъ называемую *сферическую абберрацію*. Эта послѣдняя представляетъ наиболѣе существенный недостатокъ нашихъ оптическихъ инструментовъ и потому мы остановимся на ней нѣкоторое время.

Въ основѣ сферической абберраціи лежитъ свойство сферическаго стекла преломлять нецентральные лучи болѣе, чѣмъ центральные, и притомъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше лежитъ точка паденія луча отъ оптической оси.

Пусть напримѣръ  $S$  (Рис. 3) будетъ линза, на которую падаютъ лучи изъ точки  $p$ , лежащей на оптической оси и точка  $q$  будетъ сопряженной точкой схождения центральныхъ лучей. Тогда въ силу указанного свойства линзы  $S$  лучи нецентральные будутъ пересѣкать оптическую ось тѣмъ ближе къ  $S$ , чѣмъ дальше будетъ точка  $n$  отъ оптической оси. Линія  $q_1q$ , представляющая разстояніе точекъ схождения краевыхъ и центральныхъ лучей, называется *длиной сферической абберраціи*.

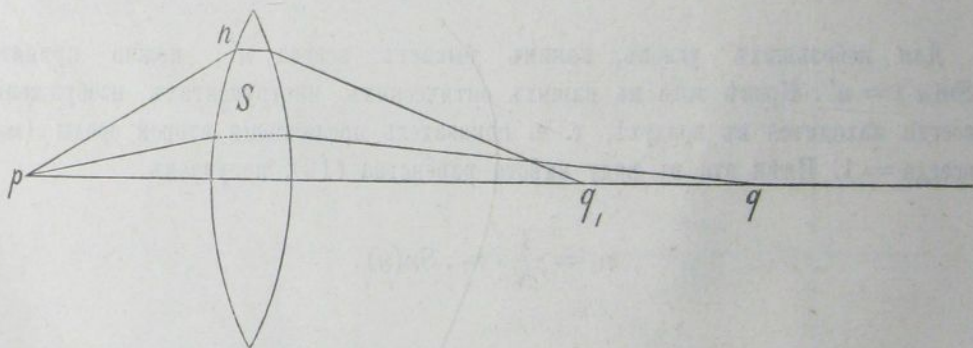


Рис. 3.

Изъ приведеннаго нами рисунка, демонстрирующаго сущность сферической абберраціи, мы легко можемъ видѣть, что нецентральные лучи, идущіе изъ точки  $p$ , не сойдутся въ *одной* точкѣ, а будутъ пересѣкаться на большей или меньшей поверхности въ зависимости отъ размѣровъ стекла и относительнаго положенія его и точки  $p$ ; стало бытъ мы не получимъ *яснаго изображенія*  $p$ . Въмѣсто точки мы будемъ имѣть небольшую поверхность.

Такимъ образомъ результатомъ сферической абберраціи является прежде всего неясность, неотчетливость изображенія, которая возрастаетъ по мѣрѣ увеличенія діаметра линзы, или *лучше сказать по мѣрѣ увеличенія угла отверстія лин-*







неодинаковыми силами преломленія, то возможно найти такое отношеніе между формой и показателем преломленія этихъ линзъ, что сферическая аберрація будетъ въ значительной мѣрѣ ослаблена. Линзы, употребляемыя въ настоящее время для микроскопическихъ объективовъ, строятся именно по этому принципу. Онѣ обыкновенно представляютъ комбинацію паръ стеколъ изъ двояковыпуклаго кронгласоваго стекла и вогнутого флинтгласоваго.

5) Наконецъ есть еще средство уничтожить сферическую аберрацію. Оно состоитъ въ слѣдующемъ: двѣ или три линзы съ слабой кривизной и, слѣдовательно, съ незначительной сферической аберраціей соединяются въ *систему*, которая дѣйствуетъ, какъ *одна* линза, имѣющая гораздо большую кривизну, а слѣдовательно и большую аберрацію. Такъ это теперь и дѣлается. Если нужна линза съ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ и большимъ отверстіемъ, то во избѣжаніе сферической аберраціи она замѣняется *системой*, состоящей изъ 2—3 паръ линзъ съ малой кривизной поверхностей.

Несмотря на то, что мы имѣемъ въ своемъ распоряженіи довольно много средствъ уменьшить сферическую аберрацію, тѣмъ не менѣе уничтожить ее совершенно не удавалось по тому что, кромѣ сферической, существуетъ еще хроматическая аберрація; поэтому, устранивъ сферическую аберрацію для лучей одного цвѣта, всѣ другіе лучи давали болѣе или менѣе сильную аберрацію. Только въ самое послѣднее время (въ такъ наз. апохроматахъ) знаменитому проф. Аббе удалось уничтожить сферическую аберрацію для двухъ крайнихъ лучей, а это равносильно полному уничтоженію ея. Съ этой цѣлью Аббе взялъ не кронгласъ и флинтгласъ, а два другіе сорта стекла, именно—фосфорное и борное стекло.

---

*Хроматическая аберрація.* Извѣстно, что бѣлый солнечный лучъ, преломляясь въ призмахъ или сферическихъ стеклахъ, распадается на лучи различныхъ цвѣтовъ. Наименьшій показатель преломленія имѣютъ лучи красные, затѣмъ идутъ послѣдовательно лучи оранжевые, желтые, зеленые, голубые, синіе и наконецъ наиболѣе преломляемые лучи фіолетовые. Это явленіе, извѣстное въ оптикѣ подъ именемъ свѣторазсѣянія, представляетъ весьма существенное неудобство въ оптическихъ инструментахъ. Вліяніе хроматической аберраціи понять не трудно.

Если отъ какого-либо предмета идутъ лучи напр. черезъ двояковыпуклую линзу, то послѣ преломленія ихъ по другую сторону стекла не получится уже безцвѣтнаго изображенія. Получается слѣдующее — красные лучи дадутъ свое изображеніе, а фіолетовые свое, также точно всѣ промежуточные цвѣта дадутъ свои изображенія, которыя и расположатся по порядку между крайними. Нужно замѣтить, что, если поставить экранъ на мѣстѣ образованія краснаго изображенія, то на немъ не получится чисто краснаго изображенія, такъ какъ и всѣ другія изображенія, хотя и въ разсѣянной формѣ, будутъ также падать на экранъ. Поэтому средняя часть этого послѣдняго, гдѣ собираются лучи всѣхъ



цвѣтовъ, будетъ представляться *блѣю*, край же будетъ синій, такъ какъ фіолетовые лучи успѣли разойтись и занимаютъ теперь крайнее положеніе. Если поставить экранъ на мѣстѣ фіолетоваго изображенія, то послѣднее будетъ имѣть красный край. Если экранъ будетъ находиться между краснымъ и фіолетовымъ изображеніями, то, хотя цвѣтные края и исчезаютъ, изображеніе получается все таки въ высшей степени неотчетливое, такъ какъ оно составлено изъ разсѣянныхъ образовъ.

Для устранения хроматической аберраціи пользуются комбинаціей стеколъ—собирательнаго изъ кронгласа и разсѣивающаго изъ флинтгласа, пользуясь тѣмъ, что способности преломленія и разсѣянія свѣта у различныхъ тѣлъ не пропорціональны между собой. Поэтому можно образовать комбинацію двухъ стеколъ, собирающаго (двоуквыпуклаго) и разбрасывающаго (двоуквогнутого), изъ кронгласа и флинтгласа, которая (комбинація) будетъ преломлять свѣтъ, какъ собирательное стекло, но при прохожденіи черезъ которую красные и фіолетовые лучи соберутся въ одной точкѣ. Такая сложная линза, гдѣ уничтожена хроматическая аберрація, называется *ахроматической парой*. Впрочемъ комбинаціей двухъ линзъ изъ кронгласа и флинтгласа возможно соединеніе лучей только *двухъ* цвѣтовъ. Всѣ же остальные цвѣтные лучи будутъ сходить въ различныхъ точкахъ—давать окрашенныя изображенія или т. наз. *вторичные цвѣтные образы*. Такимъ образомъ края поля зрѣнія такой ахроматической линзы все таки будутъ слегка окрашены. Если кронгласовая линза нѣсколько пересиливаетъ флинтгласовую, то получается слабый зеленоватый оттѣнокъ по краямъ изображенія. Это т. наз. *недопоправленныя линзы*. Если же флинтгласовая линза пересиливаетъ кронгласовую, то въ такомъ случаѣ края изображенія окрашиваются въ слабый синеватый цвѣтъ. Это *перепоправленныя линзы*. Обыкновенно даютъ перевѣсъ флинтгласовому стеклу, такъ какъ синеватый цвѣтъ перепоправленныхъ линзъ пріятнѣе для глаза наблюдателя, нежели зеленоватожелтый цвѣтъ недопоправленныхъ линзъ.

Мы уже упоминали выше, что пр. Abbe, взявшему для своихъ *апохроматовъ* вмѣсто кронгласа и флинтгласа фосфорное и борное стекло, удалось устранить сферическую аберрацію. Также самая пара линзъ устраняетъ вполне и вторичные цвѣтные образы, такъ какъ удалось составить эти стекла такъ, что частная дисперсія ихъ (для лучей различныхъ цвѣтовъ) пропорціональна общей дисперсіи. Такимъ образомъ въ новѣйшихъ объективахъ микроскопа обѣ аберраціи уничтожены совершенно. Остается правда еще часть хроматической аберраціи, какъ результатъ неодинаковой величины цвѣтныхъ изображеній, но и этотъ остатокъ устраняется, какъ мы увидимъ ниже, при помощи окуляра (въ сложныхъ микроскопахъ).

Выше мы сказали, что изображеніе геометрически подобно предмету. Въ дѣйствительности это не совсѣмъ такъ. Пусть  $S$  (Рис. 4) будетъ линза,  $ab$ —плоскій предметъ,  $pp_1$ —оптическая ось. Мы знаемъ, что изображеніе будетъ тѣмъ бли-



же къ стеклу, чѣмъ дальше точка предмета отъ оптическаго центра стекла. Изъ этого слѣдуетъ, что точки  $a$  и  $b$  дадутъ изображенія, лежащія ближе, чѣмъ изображеніе точки  $p$ , такъ какъ обѣ эти точки лежатъ отъ оптическаго центра стекла дальше, чѣмъ точка  $p$ . Если мы возьмемъ на предметѣ  $ab$  нѣсколько точекъ ( $m, n, c, d$ ), то всѣ онѣ дадутъ изображенія ( $m_1, n_1, c_1, d_1$ ), на различныхъ разстояніяхъ по кривой  $b_1 p_1 a_1$  въ зависимости отъ разстоянія точекъ предмета отъ оптическаго центра стекла.

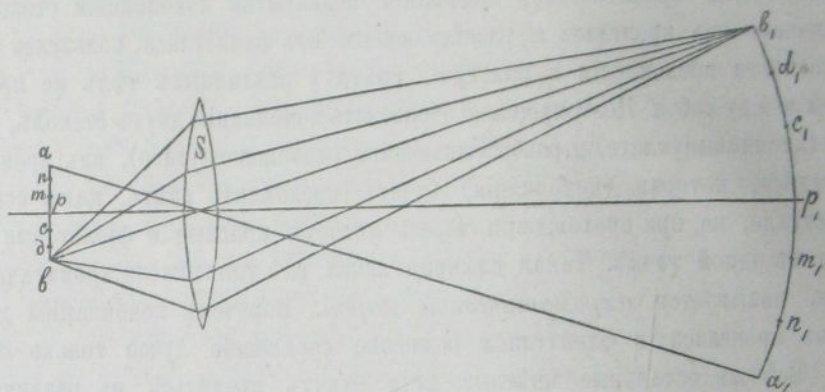


Рис. 4.

Такимъ образомъ *изображеніе плоскаго предмета является изогнутымъ, причемъ выпуклость изображенія направлена къ глазу наблюдателя.*

Кромѣ того на основаніи равенства (12) мы знаемъ, что увеличеніе находится въ прямой зависимости отъ степени удаленія изображенія отъ второй фокусной точки, т. е., чѣмъ больше это разстояніе, тѣмъ больше будетъ и увеличеніе. Въ нашемъ случаѣ точка  $p_1$  будетъ удалена больше, чѣмъ точки  $a_1$  и  $b_1$ . Отсюда ясно, что *центральная части предмета будутъ увеличены сильно, чѣмъ периферическія.*

Оба только что приведенные недостатка сравнительно легко устранимы, какъ мы это увидимъ при описаніи сложнаго микроскопа.

Нѣсколько преломляющихъ средъ, разграниченныхъ сферическими поверхностями образуютъ *оптическую систему.*

Для всякой оптической системы, предназначенной для составленія правильныхъ и подобныхъ предмету изображеній его безусловно необходимо, чтобы она была *центрирована*, т. е., чтобы центры всѣхъ преломляющихъ поверхностей лежали на одной прямой линіи, которая въ этомъ случаѣ называется *оптической осью* системы. Если даны показатели преломленія и радіусы кривизны сферическихъ поверхностей, образующихъ систему, то всегда возможно определить ходъ преломленныхъ системой лучей въ послѣдней средѣ, если направленія ихъ въ первой средѣ извѣстны.



Для графическаго опредѣленія хода лучей и точекъ схождения ихъ очень удобно пользоваться такъ наз. *кардинальными точками*. Этихъ точекъ мы имѣемъ три пары, хотя для указанной цѣли достаточно знать всего *двѣ* пары. Онѣ суть слѣдующія.

а) *Два фокуса*. Изъ нихъ одинъ относится къ первой средѣ, другой—къ послѣдней. Фокусныя точки обладаютъ слѣдующими свойствами: если лучи идутъ параллельно оптической оси въ первой средѣ, то послѣ преломленія они сойдутся въ послѣдней средѣ во второмъ фокусѣ; если же лучи выходятъ изъ перваго фокуса, то въ послѣдней средѣ они идутъ параллельно оптической оси. Такимъ образомъ каждый изъ фокусовъ даетъ изображеніе на бесконечно далекомъ разстояніи. Проведя черезъ фокусныя точки плоскости перпендикулярно оптической оси, мы получимъ *фокусныя плоскости*. Каждая точка такой плоскости, если она лежитъ недалеко отъ оптической оси, обладаетъ тѣми же свойствами, какими обладаютъ фокусныя точки.

б) *Двѣ главныхъ точки*, введенныя Гауссомъ,—суть двѣ сопряженныя точки схождения лучей, т. е. одна есть изображеніе другой. Проведя черезъ эти точки плоскости перпендикулярно оптической оси, мы получаемъ *главныя плоскости*. Въ силу свойствъ главныхъ точекъ предметъ, находящійся въ одной главной плоскости, даетъ изображеніе, которое лежитъ въ другой главной плоскости, имѣетъ съ нимъ одинаковую величину и одинаковое положеніе.

в) *Двѣ узловыхъ точки*, введенныя Листингомъ, суть также сопряженныя точки схождения лучей и характеризуются тѣмъ, что лучи, идущіе черезъ первую узловую точку, послѣ преломленія пройдутъ черезъ вторую узловую точку, сохраняя направленіе параллельное тому, которое они имѣли до преломленія въ первой узловой точкѣ.

Приведенныя только что три пары точекъ называются кардинальными потому, что знаніе положенія ихъ достаточно для того, чтобы опредѣлить какъ направленіе луча въ послѣдней средѣ, такъ и точку схождения центральныхъ лучей, соответствующую точкѣ выхожденія ихъ.

Въ самомъ дѣлѣ—пусть  $F_1$  и  $F_2$  (Рис. 5) представляютъ первый и второй фокусы;  $h_1$  и  $h_2$ —первую и вторую главные точки, черезъ которыя проведены главныя плоскости;  $k_1$  и  $k_2$ —двѣ узловыхъ точки.

Положимъ, что требуется опредѣлить точку, въ которой послѣ преломленія сойдутся лучи, идущіе отъ точки  $a$ . Для этого достаточно найти направленіе двухъ центральныхъ лучей, идущихъ изъ  $a$ , такъ какъ точка пересѣченія ихъ послѣ преломленія будетъ точкой схождения всѣхъ лучей, испускаемыхъ точкой  $a$ . Какъ одинъ изъ такихъ лучей возьмемъ лучъ  $ab$ , идущій въ первой средѣ параллельно оптической оси. Пересѣкая первую главную плоскость въ точкѣ  $b$ , онъ пройдетъ затѣмъ черезъ вторую главную плоскость въ точкѣ  $c$ , при чемъ  $h_1b = h_2c$ , и послѣ преломленія направится къ  $F_2$ , т. е. пойдетъ по направленію  $cF_2$ . Возьмемъ другой лучъ  $ak_1$ , идущій отъ  $a$  къ первой узловой точкѣ  $k_1$ . Послѣ преломленія онъ пройдетъ черезъ вторую узловую точку  $k_2$  и

Кульмичій, Основы практической гистологіи.

192603







Предметъ  $ab$  — помѣщается отъ стекла на разстояніи  $f_1$ , нѣсколько меньшемъ, нежели  $F_1$ . При такомъ положеніи предмета, какъ извѣстно, преломленные лучи дѣйствительнаго изображенія по другую сторону стекла (въ сторонѣ глаза) не образуютъ, а въ глазъ идутъ расходящіеся лучи; въ точкахъ пересѣченія ихъ продолженій ( $A$  и  $B$ ) мы увидимъ мнимое, прямое и увеличенное изображеніе  $AB$  предмета  $ab$ , которое мы будемъ видѣть отчетливо, если оно будетъ находиться на разстояніи отчетливаго видѣнія глаза. Это условіе и опредѣляетъ положеніе предмета относительно лупы, при которомъ глазъ видитъ его отчетливое изображеніе. Опредѣлимъ теперь на основаніи свойствъ кардинальных точекъ ходъ лучей, идущихъ отъ краевъ  $a$  и  $b$  предмета и положеніе соответствующихъ имъ мнимыхъ точекъ схождения  $A$  и  $B$ .

1) Лучи  $ak$  и  $bl$  параллельные оптической оси пересѣкутъ вторую главную плоскость въ  $m$  и  $n$ , причемъ  $kh_1$  и  $lh_1$  будутъ равняться  $mh_2$  и  $nh_2$ . Затѣмъ послѣ преломленія эти лучи пойдутъ черезъ  $F_2$ , слѣд. по  $mF_2$  и  $nF_2$ .

2) Лучи  $ah_1$  и  $bh_1$ , идущіе отъ  $a$  и  $b$  къ первой главной и вмѣстѣ узловой точкѣ  $h_1$ , послѣ преломленія пройдутъ черезъ вторую узловую точку  $h_2$  и дадутъ лучи  $h_2Q$  и  $h_2R$ , параллельные первымъ.

Продолженія взятыхъ двухъ паръ преломненныхъ лучей пересѣкаются въ  $A$  и  $B$  на краяхъ мнимаго изображенія, отношеніе величины котораго къ величинѣ предмета можетъ быть легко опредѣлено. Оно получается изъ подобныхъ равнобедренныхъ триугольниковъ  $Ah_2B$  и  $ah_1b$ , имѣющихъ равные углы у  $h_2$  и  $h_1$ . Обозначая разстояніе  $AB$  отъ  $h_2$  черезъ  $f_2$ , мы будемъ имѣть:

$$\frac{AB}{ab} = \frac{f_2}{f_1} = G.$$

Это отношеніе, какъ мы сказали, и опредѣляетъ линейное увеличеніе предмета ( $G$ ). Имѣя въ виду общую формулу для сопряженныхъ разстояній въ центрированной системѣ и применяя ее къ данному случаю, когда оба фокусныя разстоянія равны и когда  $f_2$ , означающее разстояніе мнимаго изображенія отъ  $h_2$ , отрицательно, будемъ имѣть

$$\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_1},$$

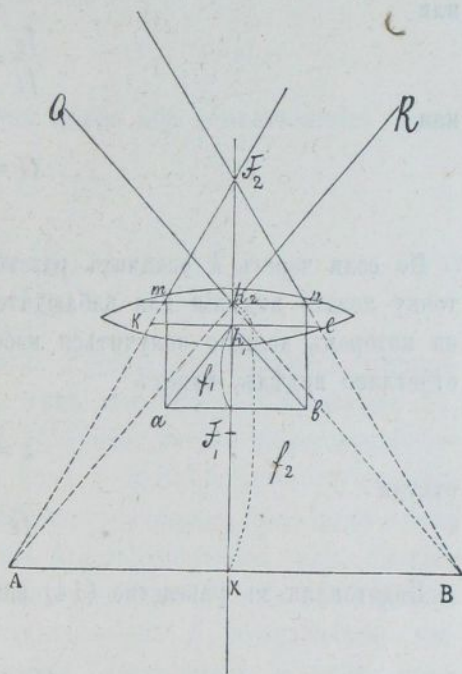


Рис. 6.



или, умножая равенство на  $f_2$ , получимъ

$$\frac{f_2}{f_1} - 1 = \frac{f_2}{F_1}$$

или

$$\frac{f_2}{f_1} = 1 + \frac{f_2}{F_1}$$

или

$$G = 1 + \frac{f_2}{F_1} \dots \dots \dots (14)$$

Но если через  $k$  означимъ разстояніе глаза отъ  $h_2$ , а через  $z$  ближайшую точку яснаго зрѣнія для наблюдателя, то очевидно, что разстояніе отъ глаза, на которомъ должно получиться изображеніе  $AB$ , для того чтобы глазъ его отчетливо видѣлъ, будетъ

$$z = k + f_2,$$

откуда

$$f_2 = z - k.$$

Подставляя въ равенство (14) значеніе  $f_2$  въ  $z$  и  $k$  получимъ

$$G = 1 + \frac{z - k}{F_1} \dots \dots \dots (15)$$

При небольшихъ величинахъ  $F$  и  $k$  сравнительно съ  $z$  равенство обращается приблизительно въ такое:

$$G = \frac{z}{F_1} \dots \dots \dots (16)$$

Это послѣднее равенство показываетъ, что увеличеніе лупы зависитъ, какъ отъ фокуснаго разстоянія стекла ( $F_1$ ), такъ и отъ особенностей глаза ( $z$ ). Зависимость эту не трудно выяснитъ. Вообще мы считаемъ силу лупы тѣмъ большею, чѣмъ больше уголъ зрѣнія, подъ которымъ глазъ отчетливо видитъ изображеніе предмета данныхъ размѣровъ. Положимъ взятый нами предметъ имѣть длину въ 1 мм. Очевидно, что при увеличеніи въ  $G$  длина изображенія будетъ  $G$  мм. Эту длину мы разсматриваемъ на разстояніи  $z$  подъ угломъ  $\frac{G}{z}$ , который и выражаетъ силу лупы для наблюдателя, у котораго ближайшая точка яснаго зрѣнія будетъ  $z$ . Такимъ образомъ, означая черезъ  $S$  силу лупы, получимъ

$$S = \frac{G}{z}.$$



Подставляя вмѣсто  $G$  найденную для него точную величину (15), получимъ

$$S = \frac{1}{z} + \frac{1 - \frac{k}{z}}{F_1}$$

или, пренебрегая величиной  $\frac{k}{z}$ , какъ весьма малою при обыкновенныхъ величинахъ  $k$  и  $z$ , получимъ

$$S = \frac{1}{z} + \frac{1}{F_1} \dots \dots \dots (17)$$

Это выраженіе показываетъ, что сила лупы стоитъ въ обратныхъ отношеніяхъ къ  $z$  и  $F_1$ . Сила лупы тѣмъ больше, чѣмъ меньше  $z$  и чѣмъ меньше  $F_1$ . Такъ какъ  $z$  для различныхъ наблюдателей различно, именно у близорукаго оно меньше, чѣмъ у нормальнаго и еще меньше, чѣмъ у дальнозоркаго, то на основаніи выведеннаго нами равенства (17) мы должны принять, что лупа даетъ большее увеличеніе для близорукаго, чѣмъ для нормальнаго или дальнозоркаго глаза. Далѣе мы видѣли сейчасъ, что, уменьшая  $F_1$ , мы увеличиваемъ силу лупы. Разсуждая теоретически можно уменьшеніемъ  $F_1$  неограниченно увеличивать силу лупы; но на практикѣ увеличеніе, достигаемое помощью простыхъ лупъ, ограничено весьма тѣсными предѣлами. Дѣйствительно при маленькихъ фокусныхъ разстояніяхъ стекла должны имѣть большую кривизну и уже при небольшихъ поперечныхъ размѣрахъ будутъ обладать большими aberраціями, давать неправильныя и окрашенныя изображенія предметовъ.

Есть однако способъ получить большее увеличеніе, не измѣняя кривизны сферической поверхности стекла, именно—Уольстонъ бралъ два плосковыпуклыхъ стекла, обращенныхъ другъ къ другу своими выпуклыми поверхностями. При этомъ достигалось большее увеличеніе на  $\frac{1}{3}$ . Такая комбинація послужила основаніемъ для устройства окуляра Рамсдена, о которомъ мы будемъ говорить ниже.

Изложивши вкратцѣ теорію лупы, перейдемъ теперь къ описанію ея устройства. Обыкновенно оно бываетъ очень несложно. Двояковыпуклое стекло даже безъ всякой оправы уже представляетъ лупу. Въ большинствѣ случаевъ однако лупа имѣетъ оправу и при томъ весьма различной формы.

Штативъ для лупы не представляетъ безусловной необходимости, но часто бываетъ желателенъ. При этомъ, какъ бы онъ ни былъ устроенъ, онъ долженъ удовлетворять одному непремѣнному условію, а именно—допускать измѣненіе положенія лупы по всемъ направленіямъ.

Лупы далеко не всегда состоятъ изъ одного двояковыпуклаго стекла. Часто дѣлаются комбинаціи изъ нѣсколькихъ такихъ лупъ.



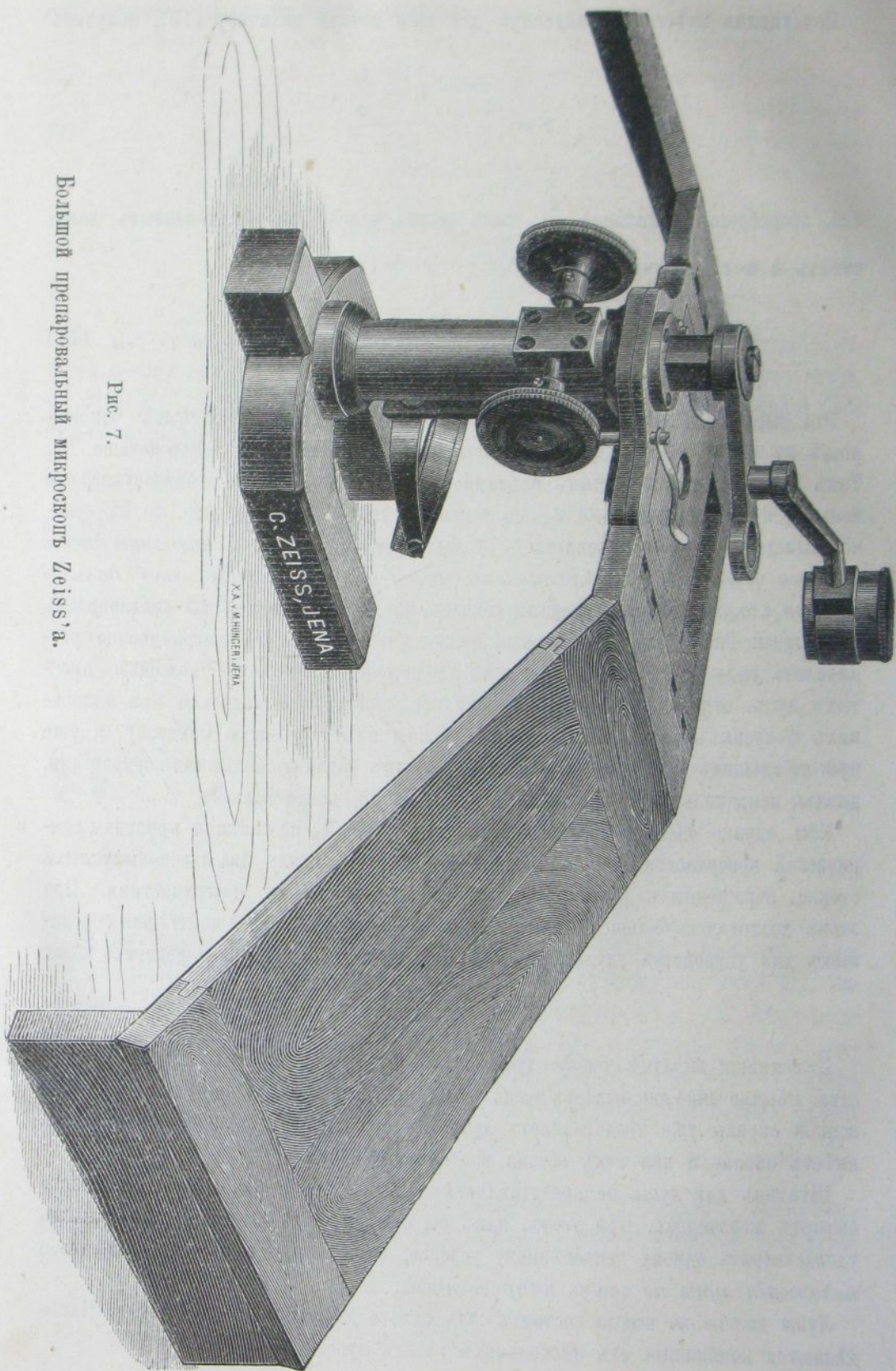


Рис. 7.

Большой препаровальный микроскопъ Zeiss'a.



Для небольших увеличений очень хороши *плосковыпуклая* стекла; для больших увеличений употребляются комбинации этих стекол. Къ объекту обращается обыкновенно плоская сторона стекла. Въ этомъ случаѣ уменьшается нѣсколько поле зрѣнія, но зато изображеніе выигрываетъ въ ясности и отчетливости. Плосковыпуклая стекла могутъ быть комбинируемы двоякимъ образомъ—или плоская сторона одного обращена къ кривой другого, или кривыя поверхности обоихъ стеколъ обращены другъ къ другу. Для устройства лупъ примѣняется и тотъ, и другой способъ.

Изъ лупъ съ болѣе сильнымъ увеличеніемъ мы можемъ указать на такъ называемыя апланатическія лупы—Plössl'я, Hartnack'a и Steinheil'я.

Особенно хороша лупа Steinheil'я. Она состоитъ изъ двояковыпуклой кронгласовой линзы, на обѣихъ поверхностяхъ которой расположены одинаковые мениски изъ флинтгласа. Лупы Steinheil'я даютъ увеличеніе отъ 2 до 24, совершенно равное поле зрѣнія, рѣзкое изображеніе безъ малѣйшаго окрашиванія. Фокусное разстояніе этихъ лупъ настолько велико, что вполне допускаетъ препарованіе. Всѣ эти качества дѣлаютъ лупы Steinheil'я одними изъ самыхъ лучшихъ <sup>1)</sup>.

Въ общемъ каждая хорошая лупа должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

- а) При увеличеніи 5—20 разъ она должна давать рѣзкую, отчетливую картину;
- б) должна имѣть большое поле зрѣнія;
- в) достаточно большое разстояніе отъ предмета, чтобы при случаѣ возможно было препарованіе иглами и другими маленькими инструментами. Впрочемъ для препарованія теперь соединяютъ лупу съ болѣе сложнымъ штативомъ, который имѣетъ предметный столикъ, зеркало для освѣщенія и винтъ для установки. Лупа, соединенная съ такимъ штативомъ, носитъ названіе *препаровальнаго микроскопа*. Они изготовляются многими фабрикантами, но разница между ними несущественная. Превосходный препаровальный микроскопъ приготовляется въ настоящее время Zeiss. Мы прилагаемъ здѣсь его рисунокъ (Рис. 7).

## СЛОЖНЫЙ МИКРОСКОПЪ.

### А) Оптическія части.

Въ составъ сложнаго микроскопа входятъ двѣ существенныхъ оптическихъ части:—а) *объективъ*, стекло (обыкновенно комбинація стеколъ), обращенное къ предмету; и б) *окуляръ* или глазное стекло.

Пусть *AB* (Рис. 8) будетъ глазное стекло (окуляръ), *CD*—объективъ. *Предметъ ab* располагается отъ объектива на разстояніи нѣсколько большемъ, чѣмъ его фокусное разстояніе; это именно то разстояніе, когда изображеніе получается наибольшей величины и наиболее отчетливо. Если предметъ

<sup>1)</sup> Лупа Steinheil'я, приготовляемая на фабрикѣ Zeiss'a, стоитъ 15 марокъ.



$ab$  расположенъ такимъ образомъ, то лучи послѣ преломленія въ объективѣ дадутъ дѣйствительное, обратное и увеличенное изображеніе  $b'a'$ .

Вторая оптическая часть сложнаго микроскопа—окуляръ—дѣйствуетъ какъ простая лупа. Окуляръ устанавливается такъ, что изображеніе, данное объективомъ, находится отъ него на разстояніи, нѣсколько меньшемъ, чѣмъ его фокусное разстояніе. Въ такомъ случаѣ, какъ извѣстно, окуляръ не про-

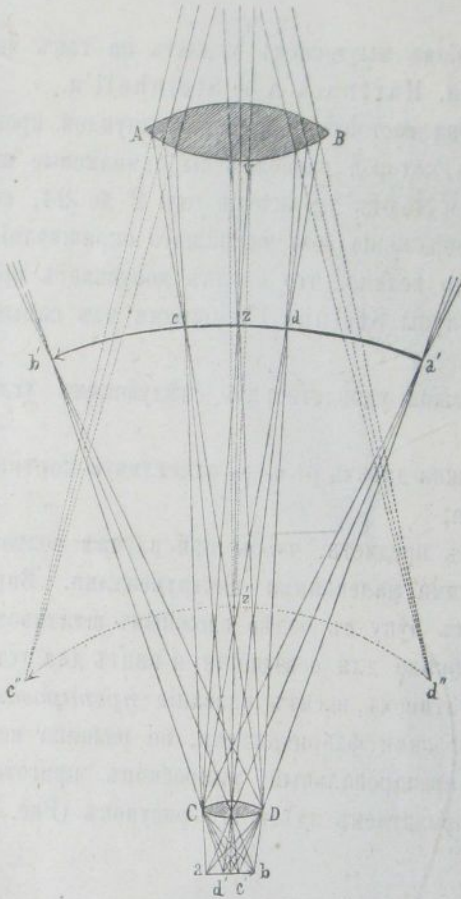


Рис. 8.

изводитъ дѣйствительнаго изображенія, а прямое и увеличенное мнимое изображеніе. Изъ только что сказаннаго прежде всего слѣдуетъ, что окуляръ увеличиваетъ не самый предметъ, а его изображеніе, т. е., онъ не можетъ дать новыхъ подробностей структуры предмета, если онѣ не даны объективомъ. Онъ дѣлаетъ лишь болѣе доступными эти подробности для наблюденія. Къ этому мы еще возвратимся впоследствии.

Если бы микроскопъ былъ устроенъ такъ просто, какъ мы его только что описали въ принципѣ, то онъ обладалъ бы весьма существенными недостатками, даже болѣе, едва ли бы онъ былъ пригоденъ для какой нибудь серьезной цѣли.

Прежде всего намъ бросается въ глаза весьма важное обстоятельство, а именно, что въ окуляръ попадаютъ лучи не отъ всего предмета, а только отъ небольшой его части  $c_1d_1$  и при помощи окуляра, какъ показываетъ намъ рисунокъ, мы разсматриваемъ не цѣлое изображеніе предмета, образованное объективомъ ( $b_1a_1$ ), а лишь часть его ( $cd$ ).

Второе, что также бросается въ глаза, это сильное искривленіе изображенія, производимаго объективомъ; это слѣдуетъ изъ общей формулы для разстояній  $f_1$  и  $f_2$  сопряженныхъ точекъ (см. форм. 9 и рис. 4), изъ которой видно также, что изогнутое изображеніе будетъ обращено выпуклостью къ окуляру и слѣдовательно къ глазу наблюдателя.

Кромѣ того, при взятыхъ нами оптическихъ данныхъ изображеніе предмета было бы неотчетливо и окрашено, такъ какъ сферическая и хроматическая aberrации были бы выражены въ полной силѣ.

Въ виду только что сказаннаго естественно, что въ дѣйствительности микроскопъ построенъ гораздо сложнѣе, такъ какъ вообще недостаточно получить



увеличенное изображеніе предмета, а необходимо еще, чтобы это изображеніе обладало качествами, дающими возможность отчетливо видѣть отдѣльныя подробности его.

Выше мы говорили уже о принципахъ устраненія сферической и хроматической aberrаций. Всѣ они привели къ тому, что объективъ новѣйшихъ микроскоповъ представляетъ не одну линзу, а *систему линзъ*.

Ниже мы будемъ подробно говорить объ устройствѣ объектива, а теперь коснемся способа, при помощи котораго мы получаемъ возможность разсматривать при помощи окуляра изображеніе *цѣлаго предмета, а не части его* и кромѣ того возможность *выравнивать изображеніе предмета*.

Объ эти возможности достигаются сравнительно легко тѣмъ, что составъ окуляра усложняется введеніемъ второго такъ называемаго *собирательнаго* стекла окуляра. Въ окулярѣ Гюйгенса (Кампаны) оно располагается такъ, что лучи, преломленные объективомъ, не усиѣвши еще дать изображенія предмета, встрѣчаютъ собирательное стекло, преломляются въ немъ и даютъ уже изображеніе, которое *in toto* помѣщается въ полѣ зрѣнія глазного стекла. Такимъ образомъ является полная возможность изслѣдованія всего объекта (Рис. 9).

Вмѣстѣ съ этимъ собирательное стекло даетъ и еще нѣкоторыя выгоды. Такъ, собирая лучи, которые прежде не попали въ глазное стекло, слѣдовательно составляли свѣтовую потерю, оно увеличиваетъ освѣщеніе изображенія. Далѣе оно уничтожаетъ неравномѣрное увеличеніе предмета въ различныхъ частяхъ поля зрѣнія. Наконецъ оно же *выравниваетъ изображеніе*.

Что касается до выравниванія изображенія (или вообще поля зрѣнія), то оно можетъ быть достигнуто вполне. Однако этого не дѣлалось до сихъ поръ даже въ самыхъ лучшихъ микроскопахъ. Причина такого явленія заключается въ томъ, что во 1-хъ моментъ выравниванія поля зрѣнія не совпадаетъ съ моментомъ наилучшаго устраненія сферической aberrации и, разумѣется, лучше устранить по возможности эту послѣднюю и помириться съ нѣкоторой кривизной поля зрѣнія, нежели, наоборотъ, имѣть вполне выравненное поле зрѣнія и недостаточно устраненную сферическую aberrацию; во 2-хъ, при полномъ выравниваніи поля зрѣнія оно замѣтно суживается, отчего замѣтно уменьшается увеличеніе, доставляемое даннымъ микроскопомъ. Только въ новѣйшихъ объективахъ (апохроматахъ), вмѣстѣ съ совершеннымъ устраненіемъ сферической aberrации, явилась возможность и полного выравниванія поля зрѣнія.

Итакъ сложный микроскопъ, въ которомъ по возможности устранены недостатки и который слѣдовательно даетъ полную возможность изучать отчетливое изображеніе предмета, состоитъ изъ слѣдующихъ оптическихъ частей:

- a) объектива, представляющаго систему линзъ, и
- b) окуляра, состоящаго изъ двухъ стеколъ—собирательнаго и глазного.



Общій ходъ лучей въ такомъ микроскопѣ легко понять изъ прилагаемаго рисунка. Пусть  $S_1$  (Рис. 9) будетъ объективъ, представляющій систему изъ двухъ линзъ ( $\alpha$  и  $\beta$ ),  $S_2$ —окуляръ, въ которомъ  $\gamma$  есть собирательное стекло, а  $\delta$ —глазное.

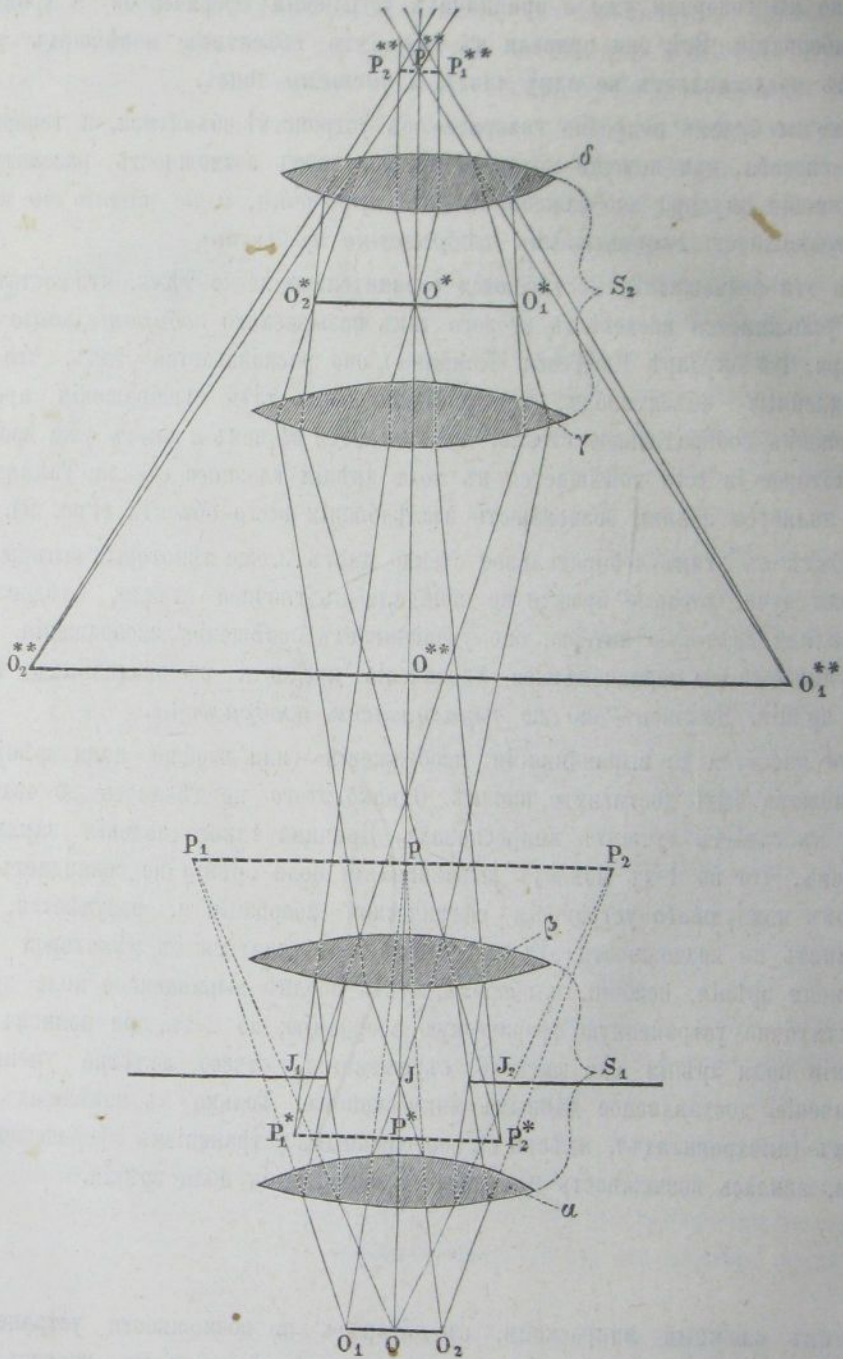


Рис. 9.

Если предметъ  $O_1O_2$  будетъ расположенъ нѣсколько дальше отъ объектива, чѣмъ фокусное разстояніе этого послѣдняго, то лучи, идущіе отъ всѣхъ точекъ



его, послѣ преломленія въ объективѣ и собирательномъ стеклѣ окуляра, дадутъ дѣйствительное обратное и увеличенное изображеніе  $O'_2O'O'_1$ , которое падаетъ на разстояніи нѣсколько меньшемъ, нежели фокусное разстояніе глазного стекла окуляра. Въ этомъ случаѣ глазное стекло будетъ относиться къ этому изображенію, какъ лупа къ разсматриваемому черезъ нее предмету, т. е. лучи, идущіе отъ всѣхъ точекъ изображенія  $O'_2O'O'_1$ , которое теперь относительно глазного стекла играетъ роль предмета, послѣ преломленія линзой  $\delta$  будутъ имѣть расходящееся направленіе.

Принимая въ глазъ эти расходящіеся лучи, мы получимъ прямое и увеличенное мнимое изображеніе  $O_2''O''O_1''$ .

Говоря о ходѣ лучей въ сложномъ микроскопѣ, мы не можемъ не коснуться въ высшей степени интересныхъ даннхъ, которыми мы обязаны проф. Abbe. Дѣло состоитъ въ слѣдующемъ.

Отъ каждой точки объекта лучи идутъ, конечно, по всевозможнымъ направленіямъ но естественно, что только тѣ изъ нихъ принимаютъ участіе въ построении изображенія, которые проходятъ черезъ объективъ микроскопа. Ясно, что количество лучей, идущихъ къ изображенію, будетъ зависѣть отъ степени его ограниченія тѣмъ или другимъ путемъ — оправой объектива или специально устроенной діафрагмой.

Въ нашихъ объективахъ пучекъ входящихъ лучей дѣйствительно всегда ограниченъ специально установленной діафрагмой. Она можетъ занимать различное положеніе. Мы рассмотримъ здѣсь тотъ наиболѣе частый случай, когда діафрагма располагается между линзами объектива.

Пусть  $J_1J_2$  будетъ эта діафрагма (Рис. 9). Она лежитъ такъ, что разстояніе ея отъ линзъ  $\alpha$  и  $\beta$  меньше, чѣмъ фокусныя разстоянія обѣихъ. Стало бытъ ни та, ни другая линза не даетъ дѣйствительнаго изображенія взятой нами діафрагмы. Напротивъ мы имѣемъ два мнимыхъ изображенія ея. Одно  $p_1pp_2$  образуется передней линзой ( $\alpha$ ) и другое  $p'_1p'_2$ , задней линзой ( $\beta$ ). Эти изображенія сопряженны между собою по отношенію къ линзѣ ( $\beta$ ). Первое изъ нихъ  $p_1pp_2$  по терминологіи Abbe есть *зрачекъ входженія* (Eintrittspupille), а второе  $p'_1p'_2$  — *зрачекъ выходженія* (Austrittspupille). Лучи, идущіе отъ объекта къ изображенію, выполняютъ *совершенно* оба зрачка и кромѣ того въ построении изображенія принимаютъ участіе только тѣ лучи, которые пересѣкаютъ оба зрачка.

Лучи, идущіе черезъ сопряженныя точки зрачка входженія и зрачка выходженія, проходятъ черезъ сопряженныя точки объекта и изображенія. Изъ всѣхъ лучей, идущихъ отъ какой либо точки объекта, только тѣ достигаютъ изображенія, которые образуютъ конусъ, имѣющій основаніемъ зрачекъ входженія. Соответственныя лучи, собирающіеся въ какой либо точкѣ изображенія, образуютъ конусъ, основаніемъ котораго служитъ зрачекъ выходженія. Для осевыхъ точекъ это показано на нашемъ рисункѣ.

Въ виду только что сказаннаго, мы можемъ дать болѣе точное понятіе и объ углѣ отверстія, который, какъ мы видѣли выше, является однимъ изъ



самыхъ важныхъ факторовъ, опредѣляющихъ количество лучей пропускаемыхъ оптической системой.

Въ общемъ подъ угломъ отверстія нужно понимать тѣлесный уголъ, вершина котораго находится въ фокусной точкѣ объектива или въ осевой точкѣ объекта, такъ какъ обѣ онѣ почти совпадаютъ, а боковая поверхность ограничиваетъ свѣтовой пучекъ, пропускаемый системой и опирающійся въ нашихъ объективахъ на площадь зрачка входенія. Стало быть, принимая во вниманіе развитія проф. Abbe положенія, и замѣняя тѣлесный уголъ указанного конуса пропорціональнымъ ему плоскимъ угломъ діаметральнаго его сѣченія, мы можемъ дать слѣдующее опредѣленіе для отверстнаго угла — *отверстный уголъ оптической системы есть уголъ, котораго вершина лежитъ у осевой точки объекта, а стороны опираются на концы діаметра зрачка входенія.*

Зная приведенныя выше теоретическія данныя, мы можемъ приступить уже къ описанію устройства микроскопа.

Въ составъ сложнаго микроскопа, въ его теперешнемъ усовершенствованномъ видѣ, входятъ слѣдующія части:

1. Объективъ.
2. Окуляръ.
3. Труба микроскопа, къ которой прикрѣпляются объективъ и окуляръ, и
4. Штативъ съ его приспособленіями для установки и освѣщенія.

*Объективъ.* Если увеличеніе объектива очень мало и соответственно этому фокусное разстояніе его сравнительно велико, напр. около 50 мм., то такимъ объективомъ можетъ служить простая ахроматическая пара линзъ.

По мѣрѣ того какъ повышается увеличеніе объектива и слѣдовательно уменьшается фокусное разстояніе, строеніе объектива усложняется. Въ этомъ случаѣ для объектива берутъ двѣ или три пары ахроматическихъ линзъ различнаго фокуснаго разстоянія. Ихъ комбинируютъ въ *систему*, причемъ линза съ самымъ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ располагается фронтально.

Если фокусное разстояніе объектива меньше 16 мм., то онъ всегда состоитъ изъ трехъ членовъ. Прежде всѣ три члена представляли ахроматическія пары. Amici (1855) доказалъ однако, что нѣтъ необходимости ахроматизировать всѣ линзы отдѣльно. Онъ далъ очень хорошую конструкцію объектива, принятую всѣми (для среднихъ увеличеній) и состоящую въ слѣдующемъ — фронтально располагается почти полушаровая неахроматизированная линза (изъ кронгласа), а за ней слѣдуютъ двѣ сильно переправленные пары линзъ. Конструкція Amici основана на томъ, что неахроматизированныя полушаровыя линзы безъ замѣтнаго увеличенія сферической абберраціи могутъ давать сравнительно гораздо большія увеличенія.

Наконецъ объективы съ большимъ отверстнымъ угломъ устраиваются изъ четырехъ членовъ. Конструкція эта введена впервые Tolles'омъ и Spencer'омъ



(т. наз. „duplex front“). Она состоитъ въ слѣдующемъ: фронтальная часть объектива состоитъ изъ двухъ простыхъ кронгласовыхъ линзъ — полусферовой (передней) и двояковыпуклой. Обѣ онѣ расположены близко другъ къ другу и могутъ быть разсматриваемы вмѣстѣ, какъ передній членъ. За этими двумя линзами слѣдуютъ двѣ переправленные пары.

Если между объективомъ и предметомъ находится слой воздуха и, слѣдовательно лучи, выходя изъ покровнаго стекла, которымъ почти всегда бываетъ покрытъ изслѣдуемый объектъ, должны пройти этотъ слой, чтобы достигнуть объектива, то въ такомъ случаѣ объективъ называется *сухимъ*.

Если же между стекломъ, покрывающимъ объектъ, и объективомъ находится жидкость, то объективъ называется *иммерсионнымъ*. Такой жидкостью можетъ быть *вода* или *масло*. Въ первомъ случаѣ мы будемъ имѣть объективы съ водной иммерсіей или *водно-иммерсионные*; во второмъ случаѣ объективы съ масляной иммерсіей, *маслянные или гомогенные объективы*. Послѣдній терминъ конечно будетъ только въ томъ случаѣ правильнымъ, если показатель преломленія масла будетъ очень близокъ къ показателю преломленія кронгласа, изъ котораго состоятъ покровное стекло препарата и фронтальная линза объектива.

*Иммерсионные объективы* устраиваются въ большинствѣ случаевъ по конструкціи Tolles'a и Spencer'a, которую мы описали выше, и представляютъ значительныя преимущества сравнительно съ сухими объективами. Дѣйствительно мы знаемъ, что лучи при переходѣ изъ одной среды въ другую преломляются, слѣдуя при этомъ закону

$$\frac{Sn(u)}{Sn(u_1)} = \frac{n_1}{n},$$

гдѣ  $n$  и  $n_1$  означаютъ абсолютные показатели преломленія двухъ средъ, а  $u$  и  $u_1$  — углы паденія и преломленія. Приведенное отношеніе показываетъ, что чѣмъ ближе между собой  $n$  и  $n_1$ , тѣмъ меньше будетъ преломленіе луча при переходѣ черезъ границу двухъ средъ, такъ что, если  $n$  и  $n_1$  будутъ очень близки между собою (что мы имѣемъ при употребленіи такъ называемыхъ гомогенныхъ объективныхъ), то лучи проходятъ на границѣ данныхъ средъ почти безъ преломленія.

Имѣя это въ виду, мы можемъ вывести всѣ преимущества иммерсионныхъ системъ передъ сухими. Пусть будетъ данъ какой нибудь иммерсионный объективъ, слѣдовательно между покровнымъ стекломъ препарата и объективомъ будетъ слой не воздуха, а слой воды или масла. Мы знаемъ, что показатели преломленія воды (1,33) и масла, употребляемаго для иммерсій (1,51), подходятъ ближе къ показателю преломленія стекла (для кронгласа 1,53), чѣмъ показатель преломленія воздуха (1,0); поэтому преломленіе лучей на верхней поверхности



покровнаго стекла будетъ въ данномъ случаѣ меньше, чѣмъ при переходѣ въ воздухъ, т. е. лучи будутъ менѣ отклонены отъ нормали (въ данномъ случаѣ отъ оптической оси) и слѣдовательно въ большемъ количествѣ попадутъ въ микроскопъ. Это первое и самое существенное преимущество иммерсионныхъ объективовъ. Мы видѣли выше, что количество свѣта, пропускаемаго объективомъ, зависитъ отъ его отверстияго угла. Если бы мы взяли два объектива — сухой и иммерсионный — съ одинаковымъ угломъ отверстия, то иммерсионный будетъ пропускать большее количество свѣта, нежели сухой, такъ что по количеству свѣта, пропускаемаго объективомъ, онъ равнялся бы сухому, но съ большимъ угломъ отверстия. Отсюда слѣдуетъ, что дѣйствіе капли жидкости (вода или масла), помещенной между покровнымъ стекломъ и объективомъ, будетъ равносильно увеличенію отверстияго угла. Дальнѣйшія преимущества иммерсионныхъ объективовъ будутъ состоять въ слѣдующемъ:

1) Наибольшому измѣненію хода подвергаются лучи краевые, а эти лучи способствуютъ выясненію наиболѣе мелкихъ подробностей изслѣдуемаго объекта. Такимъ образомъ капля жидкости иммерсионнаго объектива повышаетъ и его воспроизводительную способность.

2) Въ иммерсионныхъ объективахъ при одинаковомъ углѣ отверстия (сравнительно съ сухимъ объективомъ) возможна болѣе совершенная коррекція аберрацій.

3) Иммерсионные объективы менѣ чувствительны къ толщинѣ покровнаго стекла, о чемъ мы будемъ еще говорить ниже.

4) Они допускаютъ большее удаленіе объекта отъ объектива при одинаковомъ фокусномъ разстояніи и одинаковомъ углѣ отверстия.

Иммерсионные объективы, какъ водные, такъ и масляные (гомогенные), готовятся всѣми фабрикантами микроскоповъ. Лучшіе водноиммерсионные объективы принадлежатъ Hartnack'у, а гомогенные Hartnack'у и Zeiss'у.

Для гомогенныхъ объективовъ почти всѣ фабриканты даютъ кедровое масло, введенное проф. Abbe. Показатель преломленія его = 1,514 очень близко подходитъ къ показателю преломленія кронгласа (1,53). Въ этомъ случаѣ лучи, идущіе отъ объекта, дѣйствительно проходятъ въ объективъ почти безъ преломленія, какъ бы черезъ *гомогенную* среду.

*Апохроматы.* Такъ называетъ проф. Abbe свои новые объективы, изготовляемые на фабрикѣ Zeiss'a въ Іенѣ. Мы уже выше указывали на ихъ преимущества и здѣсь только вкратцѣ напомнимъ сказанное. Для устройства апохроматовъ проф. Abbe взялъ два новыхъ сорта стекла — фосфорное и борное стекло. При этомъ удалось скомбинировать ихъ такимъ образомъ, что какъ сферическая, такъ и хроматическая аберрація уничтожены совершенно<sup>1)</sup>.

Благодаря этому обстоятельству удалось возмозжнѣе устроить эти объективы совершенными и въ другихъ отношеніяхъ, именно:

<sup>1)</sup> Небольшой остатокъ хроматической аберраціи объектива, обусловленный тѣмъ, что изображенія различныхъ цвѣтовъ неодинаковы по величинѣ (хроматическая разница увеличеній), компенсируется при помощи окуляра.



а) въ нихъ почти совершенно выравнено поле зрѣнія,

б) они переносятъ сильныя окуляры, и главное

в) апертуру этихъ объективовъ можно было довести почти до предѣльной цифры.

Считаемъ не лишнимъ упомянуть еще объ одной очень интересной особенностях апохроматовъ, состоящей въ томъ, что для нихъ фокусы свѣтовыхъ и химическихъ лучей сведены въ одну плоскость, а это даетъ намъ возможность пользоваться микрофотографіей съ несравненно большимъ успѣхомъ, чѣмъ прежде.

Zeiss изготовляетъ 6 сухихъ апохроматическихъ системъ съ апертурой 0.30, 0.60, 0.95; 1 водноиммерсионную съ апертурой 1.25; и 4 гомогенноиммерсионныхъ съ апертурой 1.30 и 1.40. Данныя для апертуры цифры нѣсколько ниже дѣйствительныхъ.

Недавно апохроматы стали изготовлять Reichert (въ Вѣнѣ). Они построены по видимому по типу апохроматовъ Abbe. Reichert дѣлаетъ 5 апохроматическихъ системъ: 3 сухихъ съ апертурой 0.30, 0.50, 0.95, 2 гомогенноиммерсионныхъ съ апертурой 1.30 и 1.40.

*Общія свойства микроскопическихъ объективовъ.*

1) Одно изъ этихъ свойствъ — *способность давать увеличенныя изображенія* — изучено нами выше. Помимо этого мы должны указать еще на два общихъ свойства, а именно на

2) опредѣляющую и

3) воспроизводительную способности.

Подъ опредѣляющей способностью понимаютъ способность объектива *давать изображенію рѣзкіе, отчетливыя контуры*. Подъ воспроизводительной способностью — *способность передавать подробности строенія изслѣдуемаго объекта*. Нѣкоторые авторы (Ранвье) считаютъ приведенную разницу между опредѣляющей и воспроизводительной способностями не вполне ясной и полагаютъ, что объективъ хорошо *опредѣляющій*, будетъ въ то же время обладать и хорошей *воспроизводительной способностью*. На самомъ дѣлѣ это не такъ, оба только что приведенныя общія свойства объектива представляютъ дѣйствительно двѣ совершенно различныхъ вещи и зависятъ отъ совершенно различныхъ причинъ.

*Опредѣляющая способность зависитъ отъ болѣе или менѣе полного устраненія сферической и хроматической aberrаций.*

*Воспроизводительная же способность объектива находится въ полной зависимости отъ угла отверстія или, точнѣе, отъ апертуры Abbe, отъ которой зависитъ, какъ мы видѣли, освѣщеніе изображенія.*

Что при устраненіи aberrаций получаютъ отчетливыя изображенія, это вытекаетъ изъ самаго понятія объ aberrацияхъ и потому нѣтъ необходимости въ дальнѣйшихъ разъясненіяхъ.

Что же касается до зависимости воспроизводительной способности отъ апертуры, то и это выяснитъ очень легко.

Возьмемъ для изслѣдованія совершенно опредѣленный объектъ, это микрометрическія рѣшетки, нанесенныя алмазнымъ рѣзцомъ на стекло при помощи



дѣлительной машины. При этомъ, какъ извѣстно, разстоянія между двумя со-  
сѣдними линиями могутъ быть чрезвычайно малы, такъ что для отчетливаго  
изображенія рѣшетки необходимо бываетъ прибѣгнуть къ объективу съ сильной  
воспроизводительной способностью. Само собой разумѣется, что чѣмъ больше  
разстоянія между линиями рѣшетки, тѣмъ легче ее видѣть, и наоборотъ. Проф.  
Abbe даетъ слѣдующую формулу, выражающую зависимость этихъ разстояній:

$$e = \frac{\lambda}{a},$$

гдѣ  $e$  — есть разстояніе между линиями рѣшетки,  $\lambda$  — длина свѣтовой волны =  
0,00055, и  $a$  — апертура.

Приведенная формула показываетъ, что разстоянія между линиями рѣшетки  
( $e$ ) стоятъ въ обратныхъ отношеніяхъ къ апертурѣ ( $a$ ). Слѣдовательно чѣмъ  
больше апертура, тѣмъ меньшія разстоянія между линиями мы можемъ видѣть,  
или другими словами съ увеличеніемъ апертуры мы можемъ видѣть все болѣе  
и болѣе мелкія рѣшетки. Если бы былъ данъ болѣе сложный объектъ, то и въ  
немъ промежутки между его структурными частями выступали бы тѣмъ болѣе,  
чѣмъ больше была бы апертура, какъ и показываетъ взятая нами формула.  
Отсюда слѣдуетъ, что мелкія подробности строенія могутъ быть легко  
видимы только въ томъ случаѣ, если объективъ обладаетъ большою апер-  
турой, отъ которой стало быть и зависитъ его воспроизводительная  
способность.

Имѣя въ виду сказанное выше, легко принять между прочимъ, что апер-  
тура есть главный факторъ, опредѣляющій достоинство объектива.

Предѣльная апертура объектива. Если мы возьмемъ для апертуры пре-  
дѣльныя величины, то придемъ къ очень интересному выводу. Общее выраженіе  
апертуры Abbe, какъ мы видѣли выше, слѣдующее

$$a = n \cdot \sin(u)$$

гдѣ  $u$  есть половина угла отверстія. Предѣломъ этого послѣдняго, какъ это  
легко понять, является уголъ въ  $180^\circ$ , слѣдовательно для  $u$  предѣломъ будетъ  
уголъ въ  $90^\circ$ ,  $\sin$  котораго = 1. Въ этомъ случаѣ

$$a = n,$$

гдѣ  $n$  есть показатель преломленія среды, расположенной между предметомъ и  
объективомъ. Слѣдовательно мы будемъ имѣть  
для сухого объектива

$$a = 1$$

для водноиммерсионнаго

$$a = 1,33$$



для гомогеннаго

$$a = 1,514$$

если взято было кедровое масло.

Отсюда мы выводимъ очень важное заключеніе, а именно, что какъ бы ни былъ совершененъ сухой объективъ, онъ не можетъ дать тѣхъ подробностей, которая даетъ водноиммерсионный, а этотъ послѣдній въ свою очередь не можетъ дать тѣхъ подробностей, которая даетъ гомогенный объективъ.

*Составленіе объектива изъ отдѣльныхъ линзъ.* Если мы имѣемъ три ахроматическихъ пары линзъ, то можемъ ихъ употребить положимъ такъ: 1, 1 + 2, 1 + 2 + 3, т. е. при помощи трехъ линзъ получить три различныхъ увеличенія. Такъ въ прежнее время и дѣлали довольно часто. Однако при такомъ способѣ собиранія объективовъ, они никогда не могутъ быть особенно хороши, а потому этотъ способъ въ настоящее время не употребляется. Въ теперешнихъ микроскопахъ для каждаго увеличенія составляется отдѣльная система линзъ по одному изъ тѣхъ образцовъ, которые были нами указаны выше. Правда, что благодаря этому микроскопы дѣлаются гораздо дороже, но за то объективы могутъ быть устроены настолько совершенными, насколько это возможно разумѣется для даннаго времени.

*Оправа объектива.* Каждая пара линзъ вдѣлывается при помощи канадскаго бальзама (или гумми-мастиксъ) въ мѣдную оправу и затѣмъ уже ихъ свинчиваютъ для составленія объектива. Внутренняя поверхность оправы обыкновенно зачернена. Мы уже упоминали выше, что объективы имѣютъ еще свою діафрагму. Она также связана съ оправой.

Нѣкоторые фабриканты никелируютъ наружную поверхность объектива или всю или только фронтальный отдѣлъ. Это очень удобно, такъ какъ поверхность объектива меньше подвергается порчѣ отъ химическихъ реагентовъ, случайно попадающихъ на объективъ при работѣ.

Считаю не лишнимъ сдѣлать здѣсь одно маленькое предостереженіе. Сейчасъ было сказано, что линзы вдѣлываются въ оправу съ помощью канадскаго бальзама или гумми-мастиксъ. Въ виду этого при обмываніи объектива необходимо избѣгать употребленія веществъ, которые могутъ или растворять или вообще измѣнять ту или другую спайку объективныхъ линзъ. Лучше всего употреблять быстро улетучивающіяся вещества, какъ напр. бензинъ, ксилолъ и нѣкоторыя другія. Алкоголя слѣдуетъ избѣгать, особенно неабсолютнаго.

*Вліяніе покровнаго стекла и коррекціонная оправа.* Покровное стекло, которымъ въ большинствѣ случаевъ бываютъ прикрыты микроскопическіе препараты, оказываетъ весьма серьезное вліяніе на даваемое объективомъ изображеніе.

Предлагаемый рисунокъ (Рис. 10) представляетъ схематическое изображеніе дѣйствія покровнаго стекла. Лучи, идущіе изъ точки *a* пройдя стекло, пойдутъ



по линиям  $fl$ ,  $hm$ ,  $in$  и  $gs$ , причемъ отклоненіе лучей краевыхъ будетъ больше, чѣмъ лучей, лежащихъ ближе къ оптической оси  $ap$ .

Рисунокъ ясно показываетъ, что во 1-хъ продолженія лучей, вышедшихъ изъ покровнаго стекла уже не сходятся въ одной точкѣ и покровное стекло,

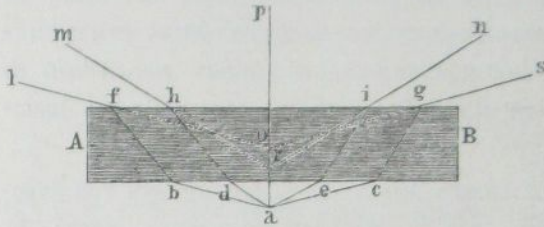


Рис. 10.

такъ сказать, вводитъ новую аберрацію, а во 2-хъ, мѣсто схождения этихъ продолженій ( $or$ ) будетъ лежать ближе къ объективу, нежели точка  $a$ . При наблюденіи мы будемъ относить исходную точку лучей къ мѣсту, гдѣ сходятся продолженія лучей ( $or$ ), а не къ точкѣ

$a$ , изъ которой они дѣйствительно вышли.

Между тѣмъ объективъ выправленъ для точки  $a$ . Такимъ образомъ ясно, что, вводя покровное стекло, мы должны ввести также нѣкоторую поправку въ объективъ. Поправка второго приведеннаго нами недостатка, т. е. измѣненія фокуснаго разстоянія, достигается при помощи такъ наз. *коррекціонной* оправы. Она устраивается двоякимъ образомъ:

или а) два заднихъ члена объектива устанавливаются неподвижно, а фронтальный членъ можетъ быть передвигаемъ по произволу въ ту или другую сторону,

или б) фронтальный членъ объектива устанавливается неподвижно, а два заднихъ члена могутъ быть передвинуты (одновременно).

Послѣдняя форма считается болѣе удобной, такъ какъ въ этомъ случаѣ при коррекціи изслѣдуемый объектъ не исчезаетъ изъ наблюденія. Самое устройство оправы легко понять изъ прилагаемаго рисунка. (Рис. 11).

При томъ и другомъ устройствѣ коррекціонной оправы сближеніе линзъ объектива увеличиваетъ фокусное разстояніе его и наоборотъ удаленіе заднихъ членовъ отъ передняго уменьшаетъ фокусное разстояніе.

Коррекція болѣе всего необходима для сильныхъ сухихъ объективовъ, а также водноиммерсионныхъ. На гомогенные объективы покровное стекло оказываетъ лишь очень ничтожное вліяніе и необходимая очень небольшая коррекція можетъ быть достигнута здѣсь удлинениемъ или укорачиваніемъ трубы микроскопа. Поэтому гомогенные объективы устраиваются съ обыкновенной неподвижной оправой, при чемъ корригируются для средней толщины покровнаго стекла (0,16 mm).

Что касается до вводимой покровнымъ стекломъ аберраціи, то она не можетъ быть устранена. Но она, какъ это легко видѣть изъ приложеннаго рисунка, будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ меньше будетъ отклоненіе лучей при выходѣ ихъ изъ покровнаго стекла. Слѣдовательно она будетъ меньше для водноиммерсионнаго объектива, чѣмъ для сухого, такъ какъ лучи, идущіе изъ покровнаго стекла, въ водѣ преломляются меньше, чѣмъ въ воздухѣ. Для гомогеннаго же объектива, когда лучи идутъ черезъ слой масла съ показателемъ преломленія



близкимъ къ показателю преломленія стекла и почти не отклоняются отъ нормали, aberrации покровнаго стекла нѣтъ совсѣмъ. Изъ сказаннаго между прочимъ ясно видно еще одно преимущество, связанное съ иммерсіей, а именно—*капля жидкости, помещенная между объективомъ и покровнымъ стекломъ, корригируетъ или вполне (масло) или отчасти (вода) aberrацию этого послѣдняго.*

**Окуляры.** Наибольше употребительнымъ окуляромъ является окуляръ Гюйгенса или, какъ онъ иногда называется, окуляръ Кампаны по имени мастера, въ первый разъ изготовившаго этотъ окуляръ. Онъ состоитъ изъ двухъ плосковыпуклыхъ линзъ, расположенныхъ на известномъ разстояніи другъ отъ друга, при чемъ ихъ выпуклыя поверхности направлены въ одну сторону (къ объективу). Обѣ линзы вдѣланы въ оправу, внутри которой находится діафрагма. Внутренняя поверхность зачернена, наружная или просто полированная или, какъ это теперь дѣлаютъ многіе фабриканты, никелированная. Выше мы уже разбирали функціи стеколь окуляра и потому здѣсь этого вопроса затрогивать не будемъ.

Окуляры бываютъ различной силы и у каждаго фабриканта изготовляется обыкновенно нѣсколько (5—6) номеровъ, но изъ нихъ употребляется въ большинствѣ случаевъ только первые три номера. Остальные же (сильные) номера окуляровъ употребляются лишь въ очень рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ. И въ самомъ дѣлѣ мы видѣли выше, что окуляръ не даетъ новыхъ подробностей строенія изслѣдуемаго объекта, т. е. такихъ, которыя не были бы воспроизведены объективомъ, онъ дѣлаетъ эти подробности только болѣе доступными для наблюденія. Но вмѣстѣ съ тѣмъ—чѣмъ сильнѣе будетъ взятый окуляръ, тѣмъ рѣзче выступаютъ и неточности, данныя объективомъ, такъ что при самыхъ сильныхъ окулярахъ обыкновенно получается неотчетливая сбивчивая картина. Поэтому лучше всего довольствоваться слабыми и средними окулярами и *по возможности избѣгать употребленія сильныхъ окуляровъ.*

Кромѣ окуляра Гюйгенса существуетъ еще нѣсколько другихъ.

а) **Ортокоспическій окуляръ (Kellner)** представляетъ видоизмѣненіе окуляра Гюйгенса. Онъ отличается отъ этого послѣдняго тѣмъ, что имѣетъ *двогнуклое* собирательное стекло, а не плосковыпуклое, какъ въ окулярѣ Гюйгенса. Глазное стекло представляетъ ахроматическую линзу.

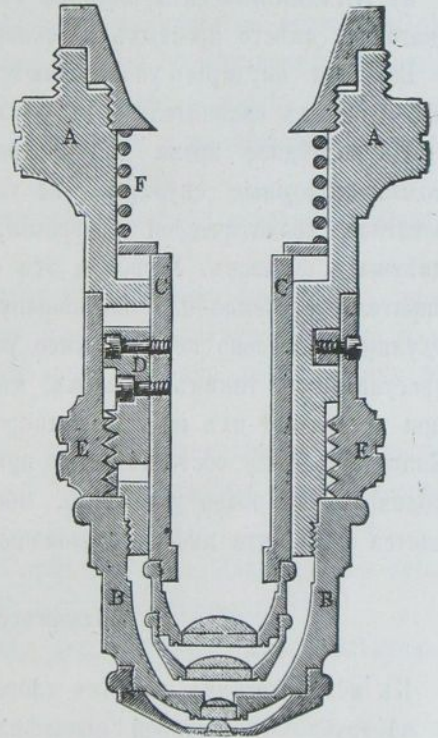


Рис. 11.

Коррекціонная оправа Zeiss'a.



в) *Перископическій окуляр* (Gundlach) имѣетъ довольно сложное строеніе. Глазная линза состоитъ изъ двухъ собирающихъ кронгласовыхъ линзъ и одной разсѣвающей флинтгласовой. Собирающее стекло двояковыпукло. Расстояніе между обоими членами меньше, чѣмъ фокусное расстояние глазной линзы.

с) *Окуляръ Рамдена* состоитъ изъ двухъ плосковыпуклыхъ линзъ, обращенныхъ другъ къ другу своими выпуклыми сторонами. Изображеніе отъ объектива падаетъ не между собирающимъ и глазнымъ стекломъ, какъ въ окулярѣ Гюйгенса, а ниже собирающего стекла. Соответственно этому ниже его устанавливается и діафрагма.

д) *Апланатическій окуляръ* (Püssl'я) устроенъ на подобіе рамденоваго, но вмѣсто простыхъ плосковыпуклыхъ линзъ берутся ахроматическія.

Всѣ эти окуляры употребляются очень рѣдко, такъ какъ существенныхъ преимуществъ сравнительно съ окуляромъ Гюйгенса не представляютъ.

Въ последнее время для апохроматовъ проф. Abbe далъ новые, такъ называемые *компенсаторные* окуляры. Мы уже говорили выше, что они компенсируютъ остатокъ хроматической аберраціи, обусловленный неодинаковостью величины цвѣтныхъ образовъ. Устроены эти окуляры по типу окуляровъ Гюйгенса. Собирающее стекло или плосковыпукло или двояковыпукло. Въ компенсаторныхъ окулярахъ введено немаловажное усовершенствованіе, а именно—оправа окуляра урегулирована такимъ образомъ, что нижняя фокусная точка всѣхъ номеровъ при вставленіи ихъ въ трубу микроскопа приходится всегда на одномъ уровнѣ. Благодаря этому обстоятельству при смѣнѣ одного окуляра другимъ нѣтъ необходимости въ новой установкѣ. Обозначеніе компенсаторныхъ окуляровъ отличается тѣмъ, что цифра, обозначающая окуляръ, соответствуетъ его увеличенію.

## В. Механическія части микроскопа.

Къ механическимъ частямъ сложнаго микроскопа относятся:

а) труба, къ которой прикрѣпляются оптическія части и б) штативъ съ его приспособленіями для передвиженія трубы и для освѣщенія микроскопа.

а) Труба, къ которой прикрѣплены оптическія части, дѣлается обыкновенно изъ полированной мѣди. Внутренняя поверхность ея тщательно зачернена. Въ большинствѣ случаевъ трубка микроскопа дѣлается раздвижной, т. е. она состоитъ изъ двухъ половинокъ, вдвинутыхъ одна въ другую. Мы впоследствии увидимъ, что удлиненіе трубы оказываетъ очень большое вліяніе на увеличеніе микроскопа, именно—раздвигая трубку микроскопа во всю длину, мы повышаемъ увеличеніе его почти въ два раза.

Внутри трубки микроскопа устроена діафрагма, суживающая пучекъ лучей, прошедшихъ черезъ объективъ.

Отъ длины описанной трубы микроскопа слѣдуетъ отличать длину *оптической трубы*. Подъ этимъ именемъ понимаютъ расстояние отъ задняго (верхняго) фокуса объектива до передняго (нижняго) фокуса окуляра, или расстояние отъ задняго (верхняго) фокуса объектива до даннаго объективомъ изображенія.



Оба опредѣленія весьма мало разнятся другъ отъ друга, такъ какъ изображеніе, данное объективомъ, почти совпадаетъ съ переднимъ (нижнимъ) фокусомъ окуляра.

Въ большихъ микроскопахъ новѣйшихъ фабрикантовъ на выдвигной части трубы микроскопа обыкновенно бываетъ нанесена скала, при помощи которой длина трубы можетъ быть всегда съ точностью опредѣлена.

б) *Штативъ*. Каждый фабрикантъ изготовляетъ довольно много номеровъ штативовъ, но они всегда группируются какъ штативы малые, средніе и большіе.

Мы не считаемъ возможнымъ описывать здѣсь подробно устройство всѣхъ мелкихъ частей штатива, а также и взаимнаго отношенія отдѣльных частей его, полагая, что тотъ, кто хотя немного разъ видѣлъ микроскопъ не нуждается въ подобномъ описаніи. Мы обратимъ наше вниманіе по отношенію къ штативу, во 1-хъ, на общія условія, которымъ долженъ удовлетворять хорошій штативъ, и, во 2-хъ, на устройство нѣкоторыхъ наиболѣе важныхъ частей его, а именно на механизмъ передвиженія трубы микроскопа и на приборы для освѣщенія этого послѣдняго.

Хорошій штативъ въ общемъ долженъ удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

- 1) Онъ долженъ быть устойчивъ,
- 2) Имѣть достаточной величины рабочей столикъ, при чемъ желательнo, чтобы этотъ послѣдній былъ покрытъ стекломъ или гартъ-каучукомъ и не портился бы слѣдовательно отъ вліянія реагентовъ, случайно попадающихъ на него при микроскопической работѣ.
- 3) Всѣ составныя части его должны быть тщательно пригнаны и не должны допускать ни малѣйшихъ качаній при работѣ, такъ какъ это можетъ весьма существенно отразиться на наблюденіи.
- 4) Онъ долженъ имѣть хорошо устроенное приспособленіе для мелкихъ передвиженій трубы микроскопа (микрометрической винтъ) и наконецъ
- 5) Онъ долженъ быть снабженъ хорошимъ, легко подвижнымъ освѣтительнымъ аппаратомъ.

Изъ существующихъ образцовъ штатива мы остановимся на двухъ новыхъ моделяхъ, которыя по нашему мнѣнію болѣе всего удовлетворяютъ современнымъ требованіямъ микроскопіи. Одна изъ нихъ принадлежитъ проф. Бабухину, другая—дру Zeiss'у.

*Модель* Бабухина (Рис. 12) по простотѣ и соразмѣрности частей, а равнымъ образомъ и по удобству, съ которымъ можно пользоваться освѣтительнымъ аппаратомъ, представляетъ дѣйствительно образецъ штатива, который не оставляетъ желать ничего лучшаго. Въ модель проф. Бабухина приняты кромѣ того всѣ новѣйшія усовершенствованія:

а) Освѣтительный аппаратъ Abbe, который легко можетъ быть опускаемъ и поднимаемъ при помощи винта. Тѣмъ же винтомъ освѣтительный аппаратъ выводится совершенно наружу и можетъ быть легко замѣненъ простой діафрагмой, такъ какъ онъ легко вынимается изъ мѣдной гильзы.

б) Подъ освѣтительнымъ аппаратомъ расположена такъ наз. Iris-диафрагма.

с) Новый микрометрической винтъ Zeiss'a.



Немаловажное удобство представляет еще и то, что столбикъ штатива устроенъ раздвижнымъ, такъ что высота штатива можетъ быть увеличена. Наи-

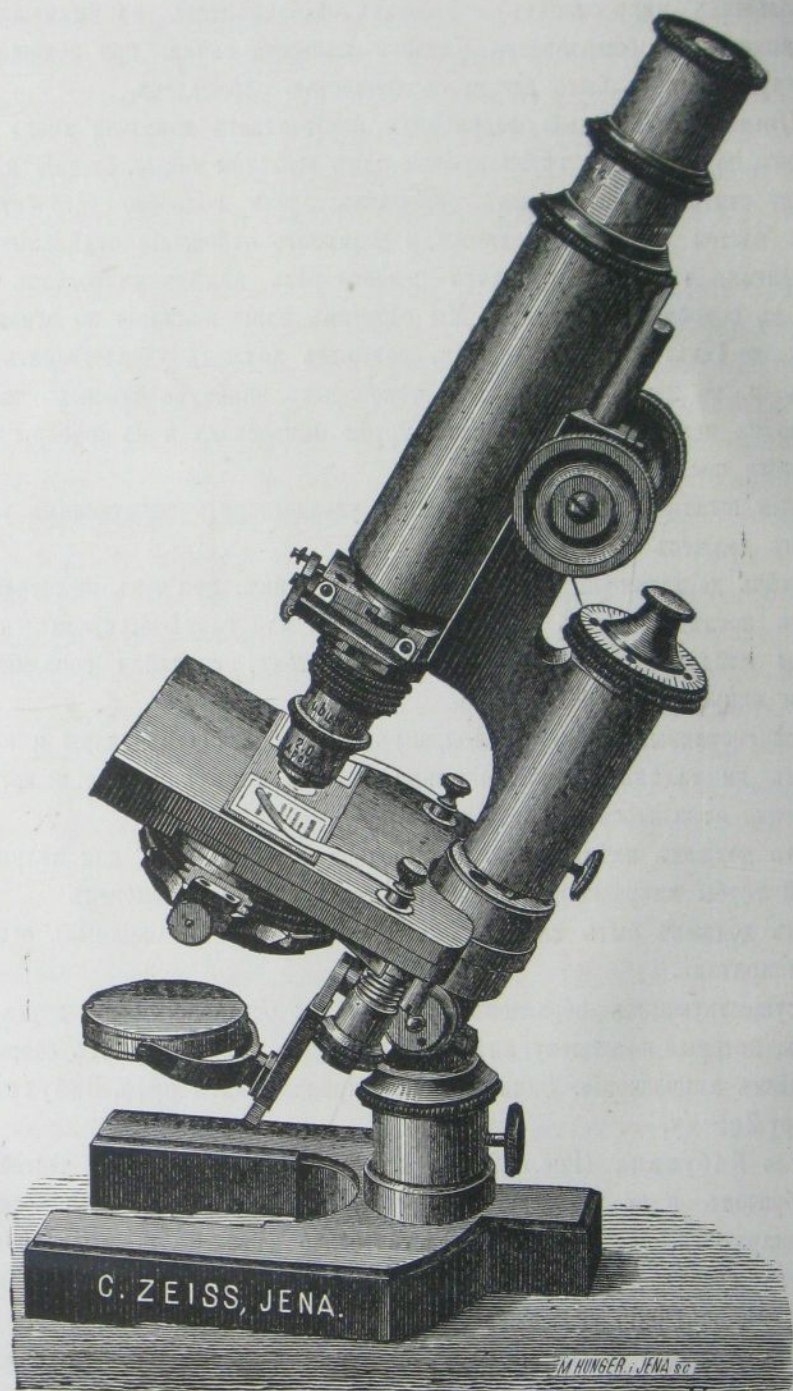


Рис. 12.

Штативъ проф. Бабухина.

меньшая высота штатива при 150 мм. трубы равняется 200 мм., наибольшая 230 мм. Соответственно этому высота столика 105 и 135 мм. Штативъ проф. Бабухина выполняется на фабрикахъ Zeiss'a и Hartnack'a.



Модель Zeiss'a II а (Рис. 13) также безусловно удовлетворяет всемъ требованіямъ современной микроскопіи и на ряду съ только что описанной моделью проф.



Рис. 13.

Штативъ Zeiss'a (II а).

Бабушка занимает первое мѣсто. При ней также даны—новый микрометрический винтъ, iris-диафрагма и аббевскій освѣтительный аппаратъ. Кромѣ того,



модель Zeiss'a имѣть подвижной столикъ, что представляетъ иногда значительное удобство.

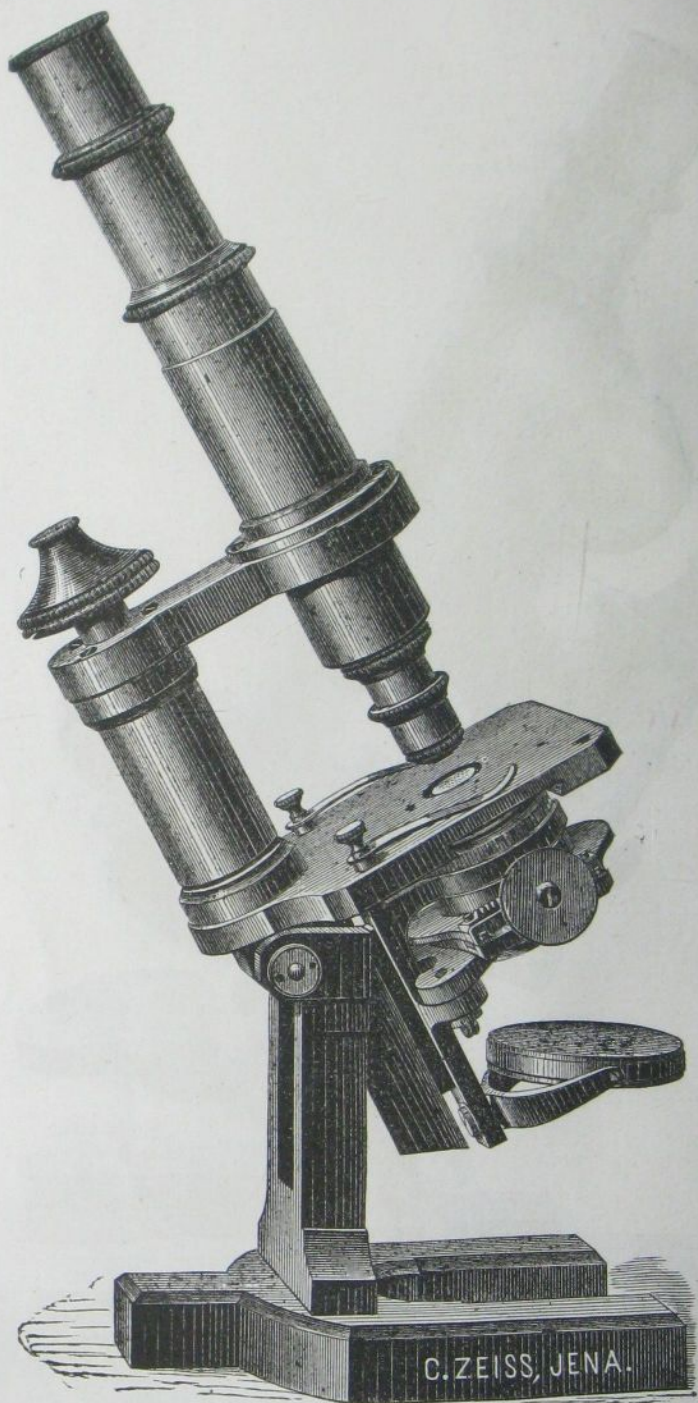


Рис. 14.

Штативъ Zeiss'a V a.

Обѣ модели къ сожалѣнію стоятъ сравнительно дорого и потому не всеѣмъ доступны. Изъ штативовъ сравнительно недорогихъ мы можемъ рекомендовать



штативъ Zeiss'a V a (Рис. 14), а также штативы Hartnack'a VHI A, Reichert'a II d, и Leitz'a II.

Все они одинаково хорошо выполнены и вполне удовлетворяют не слишкомъ взыскательнымъ требованіямъ. Существуетъ впрочемъ еще много вполне пригодныхъ и болѣе дешевыхъ штативовъ. Мы остановились на только что указанныхъ потому, что къ нимъ можно прикупать по мѣрѣ возможности дорогіе объективы и такимъ образомъ указанные номера штатива будутъ пригодны даже для самыхъ сложныхъ занятій.

#### *Приспособленія для передвиженія трубы микроскопа.*

При работѣ съ микроскопомъ приходится передвигать трубу его двоякимъ образомъ:

а) довольно быстро, на болѣе или менѣе значительныя разстоянія и б) очень медленно, на разстоянія очень небольшія.

Передвиженія на сравнительно большія разстоянія производятся въ малыхъ и среднихъ штативахъ *просто рукой*, при чемъ нужно выполнять одну небольшую предосторожность, именно—передвигая трубу, необходимо ее *постоянно вращать* (слѣва на право), такъ какъ иначе труба при движеніи въ гильзѣ можетъ дѣлать скачки, а вмѣстѣ съ тѣмъ и препаратъ и объективъ могутъ подвергнуться серьезной опасности быть испорченными. Въ большихъ штативахъ передвиженія на значительныя разстоянія производятся особыми винтами, которые передвигаютъ трубку микроскопа съ помощью шестерни.

Для очень маленькихъ и медленныхъ движеній микроскопической трубы штативъ снабженъ такъ наз. *микрометрическимъ винтомъ*. Мы опишемъ прежде всего наиболѣе совершенное устройство этого послѣдняго, принятое въ лучшихъ современныхъ моделяхъ штатива, именно въ моделяхъ пр. Бабухина и д-ра Zeiss'a (II a).

Массивная трехсторонняя призма *C* (Рис. 15) плотно свинчена съ объектнымъ столикомъ. По призмѣ *C* двигается тщательно пригнанная полая призма *B*, которая при помощи *A* соединена съ гильзой трубки микроскопа. Между *B* и *C* вставлена еще металлическая пластинка *D*, обеспечивающая точность движенія полой призмы (*B*) и связанная съ ней плотно штифтомъ. На верхнемъ концѣ призма *C* срѣзана съ боковъ (на протяженіи 15 мм.), а въ призмѣ *B* на соответственномъ мѣстѣ полость сдѣлана цилиндрической. Въ образовавшемся такимъ образомъ промежуткѣ между *B* и *C* находится сильная стальная пружина. Нижній конецъ ея прикрѣпленъ къ *B*, а верхній къ маленькому столику *E*, ввинченному въ призму *C*. Верхній отдѣлъ полой призмы (*B*) замыкается металлическимъ кускомъ *F*, черезъ который проходитъ микрометрический винтъ, такъ что *F* служитъ гайкой для этого послѣдняго. Съ верхнимъ концомъ винта связана колоколообразная головка, а нижній закругленный конецъ его упирается въ стальной цилиндръ, находящійся въ столикѣ *E*.

Дѣйствіе описаннаго микрометрическаго винта весьма понятно. При завинчиваніи его самъ онъ остается на одномъ и томъ же мѣстѣ, упираясь въ непо-



движную призму *C*. Напротив гайка *F* движется по винту, а вместе съ ней движется и *BA*, а стало быть и трубка микроскопа. При опусканіи *BA* стальная пружина растягивается, и затѣмъ, если мы мало по малу начнемъ отвинчивать винтъ, то она силой своей упругости поднимаетъ *BA*, а слѣдовательно и трубу микроскопа. Экскурсія винта около 5 мм., что вполне удовлетворяетъ практическому назначенію микрометрическаго винта. На задней стѣнкѣ призмы *B* вдѣланъ нажимной винтъ съ той цѣлью, чтобы можно было эту призму фиксировать въ любомъ положеніи и такимъ образомъ предохранять до извѣстной степени весь механизмъ отъ порчи, особенно при пересылкахъ и т. д.

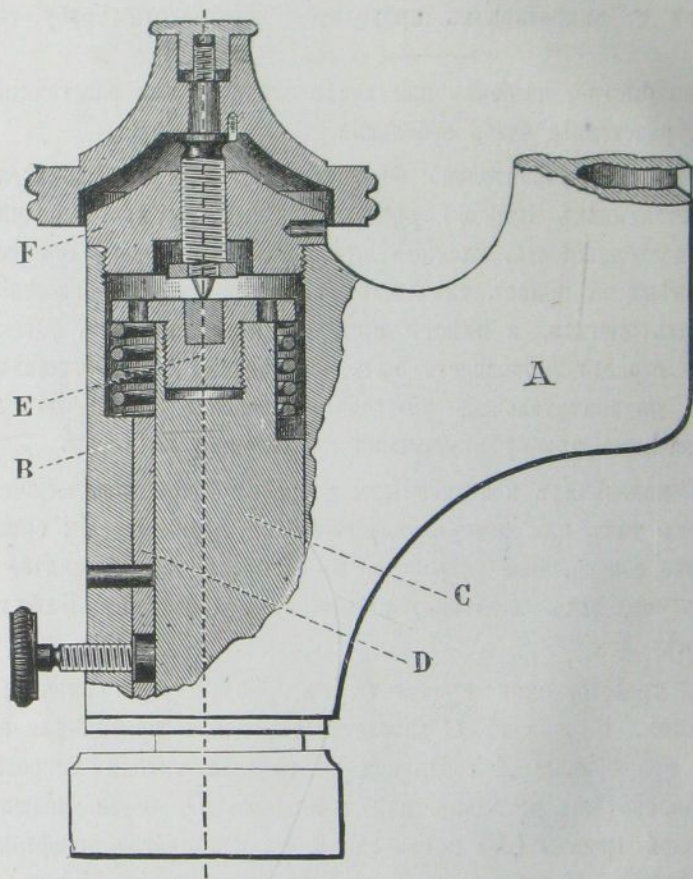


Рис. 15.

Существуетъ еще другая новая конструкція винта, принадлежащая Winkel'ю и принятая въ новыхъ штативахъ Reichert'a. Въ принципѣ она сходна съ конструкціей Zeiss'a. Разница состоитъ въ томъ, что гайка винта устанавливается неподвижно и короткій микрометрической винтъ при завинчиваніи опускаетъ трубку микроскопа, сдавливая въ тоже время стальную пружину, расположенную въ центральной полости столбика штатива. При отвинчиваніи пружина, распрямляясь, силой упругости поднимаетъ трубку микроскопа.

Прежняя конструкція винта, существующая однако еще въ большинствѣ современныхъ штативовъ, состоитъ въ слѣдующемъ. Надъ предметнымъ столикомъ



возвышается полая трехгранная призма. По центральной части ее канала расположен *микрометрический винтъ*. Вокруг него спирально идет сильная стальная пружина. Какъ винтъ, такъ и спираль выступаютъ надъ уровнемъ трехгранной призмы. Затѣмъ на эту послѣднюю надѣвается вторая полая трехгранная призма, которая легко движется по первой и по горизонтальной вѣтви несетъ трубу микроскопа при помощи особой гильзы. При этомъ устраивается такимъ образомъ, что микрометрический винтъ проходитъ насквозь второй призмы, а пружина задерживается. Наконецъ на верхушку винта надѣвается гайка.

Движеніе при помощи описаннаго приспособленія совершается такъ: если мы будемъ *завинчивать* гайку винта, то вторая трехгранная призма (вмѣстѣ съ трубой микроскопа), будетъ двигаться внизъ, *опускаться*, при чемъ будетъ *сдавливаться* пружина, идущая вокругъ микрометрическаго винта. Если же мы будемъ затѣмъ *отвинчивать* гайку винта, то пружина мало по малу будетъ освобождаться и двигать вторую призму (также вмѣстѣ съ трубой) въ противоположную сторону; слѣдовательно труба микроскопа будетъ *подниматься*. Во всѣхъ описанныхъ нами случаяхъ принципъ устройства микрометрическаго винта остается одинъ и тотъ-же. *Въ одну сторону мы двигаемъ трубку, завинчивая гайку винта или самый винтъ, въ другую она движется силой упругости стальной пружины.*

*Приборы для освѣщенія.* Подъ микроскопомъ приходится изслѣдовать какъ прозрачные, такъ и непрозрачные объекты, причѣмъ первые изучаются при проходящемъ свѣтѣ, а вторые при падающемъ. Для полученія проходящаго свѣта употребляется зеркало, которое располагается подъ предметнымъ столикомъ и отражаетъ свѣтовые лучи по направленію къ объективу отъ того или другого источника свѣта. Зеркало обыкновенно дѣлается изъ стекла и устраивается такимъ образомъ, что одна поверхность его представляетъ *вогнутое зеркало*, другая же *плоское*. То и другое имѣетъ при микроскопической работѣ свои особенности, на которыя мы укажемъ ниже. Главное требованіе, которому должно удовлетворять зеркало, это—*разнообразіе движеній*. Зеркало должно двигаться

вверхъ и внизъ,

вправо и влѣво,

около двухъ взаимно перпендикулярныхъ діаметровъ и около своей оптической оси.

Въ нашихъ современныхъ микроскопахъ это дѣйствительно соблюдается и зеркало всегда можетъ совершать самыя разнообразныя движенія.

На освѣщеніе при помощи зеркала имѣютъ вліяніе:

а) *Форма поверхности.* Вогнутое зеркало, получая пучекъ расходящихся лучей, отклоняетъ эти послѣдніе къ своему фокусу и для микроскопа даетъ такимъ образомъ больше полезныхъ лучей, чѣмъ плоское. Впрочемъ въ этомъ отношеніи мы должны сдѣлать оговорку. Въ обыкновенныхъ случаяхъ, т. е. когда мы беремъ свѣтъ отъ ограниченнаго источника, напр. черезъ окно, отъ



освѣщеннаго солнцемъ облака и т. д., разница между вогнутымъ и плоскимъ зеркалами очень значительна. Но если бы зеркало освѣщалось неограниченнымъ источникомъ свѣта, тогда эта разница совершенно изгладилась бы, такъ какъ, не принимая въ расчетъ потерю свѣта при отраженіи, мы безъ большой погрѣшности можемъ считать отражающую поверхность зеркала за самостоятельную свѣтащуюся, при чемъ освѣтительная сила каждой отдѣльной точки зеркала нисколько не зависитъ отъ отношенія ея лучей къ оптической оси. Основная плоскость и уголь отверстія освѣщающаго пучка лучей зависѣли бы только: первая—отъ величины зеркала, а вторая—отъ разстоянія зеркала отъ объекта (при одинаковой величинѣ зеркала).

b) *Величина зеркала.* Она можетъ колебаться въ довольно широкіе предѣлахъ. Однако необходимо, чтобы было соблюдено извѣстное отношеніе между величиной зеркала и его наибольшимъ разстояніемъ отъ плоскости объекта. Это важно въ виду слѣдующаго соображенія. Если мы желаемъ при удаленіи зеркала сохранить тотъ же уголь освѣщающихъ лучей, то естественно должны брать все большую поверхность зеркала, и въ случаѣ, если величина зеркала не соразмѣрена, можетъ статься, что діаметръ его будетъ меньше разстоянія между краевыми лучами взятаго нами прежде свѣтового конуса и слѣдовательно уголь освѣщающихъ лучей сдѣлался бы меньше желательнаго.

c) *Удаленіе зеркала отъ объекта,* при чемъ количество свѣта уменьшается какъ извѣстно обратно пропорціонально квадратамъ разстоянія.

Для освѣщенія микроскопа очень рѣдко берется весь пучекъ свѣта, данный зеркаломъ. Почти всегда между этимъ послѣднимъ и объектомъ вставляется *діафрагма*, при помощи которой часть лучей задерживается. Обыкновенно задерживаются краевые лучи и въ этомъ случаѣ діафрагма представляетъ кольцо или круглую пластинку съ отверстіемъ въ центрѣ. Отверстія діафрагмы дѣлаются различнаго діаметра, для того чтобы можно было задерживать большее или меньшее количество свѣта сообразно съ потребностями изслѣдованія.

Въ новѣйшее время Zeiss къ своимъ микроскопамъ присылаетъ помимо обыкновенныхъ діафрагмъ еще такія, при помощи которыхъ можно задержать центральные лучи и пропустить только краевые. Такого рода діафрагма представляетъ кольцо, въ центрѣ котораго расположенъ сплошной кружокъ, поддерживаемый тонкими перекладинами.

Діафрагмы, задерживающія краевые лучи, устраиваются различно — или онѣ вправляются въ цилиндрическую оправу и помѣщаются въ отверстіе предметнаго столика, или подъ этимъ послѣднимъ придѣлывается вращающаяся круглая пластинка съ цѣлымъ рядомъ отверстій различнаго діаметра, изъ которыхъ каждое служитъ отдѣльной діафрагмой. И то, и другое устройство имѣетъ свои преимущества. Цилиндрическія діафрагмы точнѣе выполняютъ свою роль, нежели отверстія вращающагося кружка, но перемѣна ихъ иногда бываетъ хлопотлива. Зато вращающійся кружокъ имѣетъ преимущество въ удобствѣ своего употребленія. Впрочемъ необходимо замѣтить, что въ послѣднее время Гартнакъ,



а за нимъ и другіе фабриканты стали готовить цилиндрическія діафрагмы, которыя посредствомъ очень несложнаго механизма могутъ откидываться въ сторону и перемѣна діафрагмы производится очень удобно.

Въ новѣйшихъ моделяхъ Бабухина и Цейсса принята такъ называемая Iris-диафрагма (Рис. 16 и 17), примененная впрочемъ уже раньше въ англійскихъ микроскопахъ. Она состоитъ изъ ряда подвижныхъ сегментовъ, вдѣланныхъ въ оправу такимъ образомъ, что отверстіе діафрагмы при помощи рычага можетъ постепенно сокращаться на подобіе зрачка.

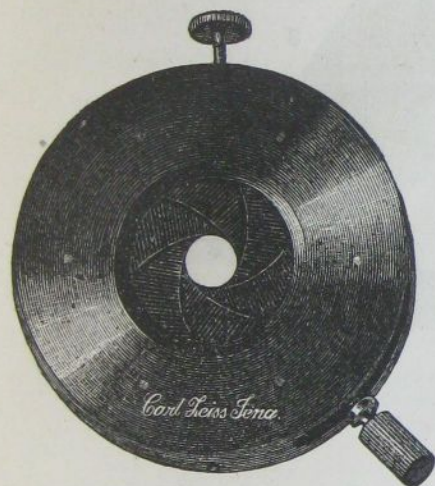


Рис. 16.

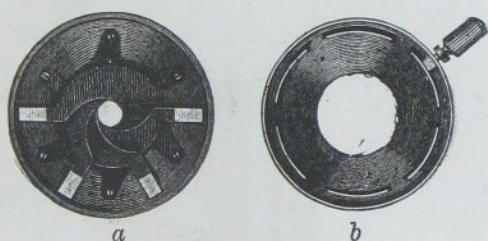


Рис. 17.

Iris-диафрагма Zeiss'a въ половину величины; *a*—представляетъ діафрагму съ отверстіемъ, вполне суженнымъ; *b*—съ отверстіемъ, вполне расширеннымъ.

Выгода такой діафрагмы очевидна изъ того, что мы можемъ брать отверстіе любого діаметра, тогда какъ въ діафрагмахъ прежней конструкціи діаметры отверстій разнились другъ отъ друга болѣе или менѣе значительно и разумѣется изслѣдователь былъ поставленъ въ необходимость употреблять пучки лучей, которые соотвѣтствовали его діафрагмамъ и не всегда соотвѣтствовали его желаніямъ.

Въ послѣднее время громадныя услуги оказали микроскопн такъ наз. *освѣтительныя аппараты или конденсоры*, при помощи которыхъ возможно увеличить количество свѣта въ микроскопѣ до значительной степени. Освѣтительный аппаратъ можетъ состоять изъ одной плосковыпуклой линзы, извѣстнымъ образомъ расположенной между зеркаломъ и объектомъ, какъ это идѣлалось прежде (конденсоръ Dujardin'a), или нѣсколькихъ линзъ. Hartnack готовится свой конденсоръ изъ трехъ ахроматическихъ линзъ. Но безусловно самымъ совершеннымъ изъ конденсоровъ является освѣтительный аппаратъ Abbe, изготовленный Zeiss'омъ (а теперь еще Leitz'омъ, Reichert'омъ, Hartnack'омъ и друг.).

Освѣтительный аппаратъ Abbe состоитъ изъ а) освѣтительной системы линзъ, б) діафрагмы и с) зеркала. Все это извѣстнымъ образомъ устанавливается въ оправу (см. рис. 18 *A* и *B*).



Освѣтительная система линз ( $S$ ) устраивается двоякимъ образомъ. Для обыкновеннаго употребленія берется система, состоящая изъ двухъ неахроматическихъ линзъ — одна двояковыпуклая, другая обращенная къ объекту и расположенная близъ первой представляетъ плосковыпуклую линзу (болѣе, чѣмъ полшаръ), плоская сторона которой направлена вверхъ. Переднй фокусъ всей системы находится лишь въ нѣсколькихъ миллиметрахъ надъ плоской поверхностью передней линзы.

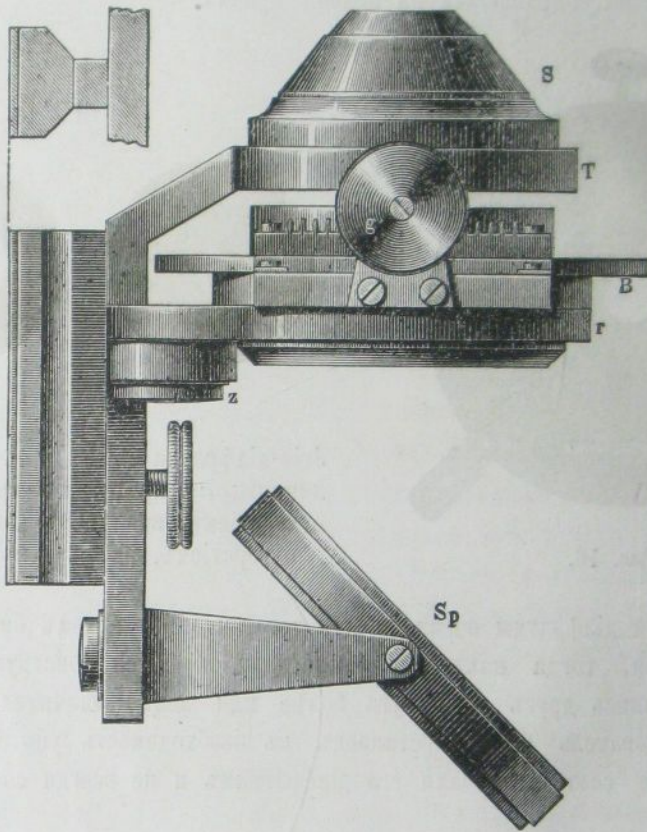


Рис. 18 А.

Другая система, назначенная для употребленія при гомогенно-иммерсионныхъ объективахъ, состоитъ изъ трехъ линзъ, которыя располагаются такъ — верхняя плосковыпуклая (плоская сторона направлена къ объекту), далѣе слѣдуетъ вогнутойвыпуклая (вогнутая сторона обращена къ передней линзѣ) и наконецъ третья двояковыпуклая.

Зеркало аббевскаго аппарата ( $Sp$ ) двойное, т. е. имѣетъ плоскую и вогнутую зеркальныя поверхности. Оно вращается во всѣ стороны, но около одной точки оси; оно не можетъ слѣдовательно быть сдвинутымъ ни въ стороны, ни вверхъ или внизъ.

Диафрагма помѣщается между зеркаломъ и освѣтительной системой приблизительно въ плоскости нижняго фокуса этой послѣдней. Диафрагмы Zeiss при-



готовляетъ для аббевскаго аппарата въ формѣ кружковъ съ отверстіемъ въ центрѣ. Такихъ кружковъ Zeiss присылаетъ извѣстное число. Диаметръ отверстій колеблется между 1 и 12 mm. Кольцо, въ которое вставляется діафрагма очень удобно откидывается и перемѣна діафрагмы производится легко и безъ большой потери времени. При помощи винта отверстіе діафрагмы можетъ быть сдвинуто отъ центра къ периферіи. При желаніи снова поставить діафрагму, нужно вращать винтъ въ обратную сторону, при чемъ какъ только діафрагма станетъ противъ центра раздастся легкій ударъ. Въ новыхъ моделяхъ, какъ мы упомянули выше, принята Jris-диафрагма.

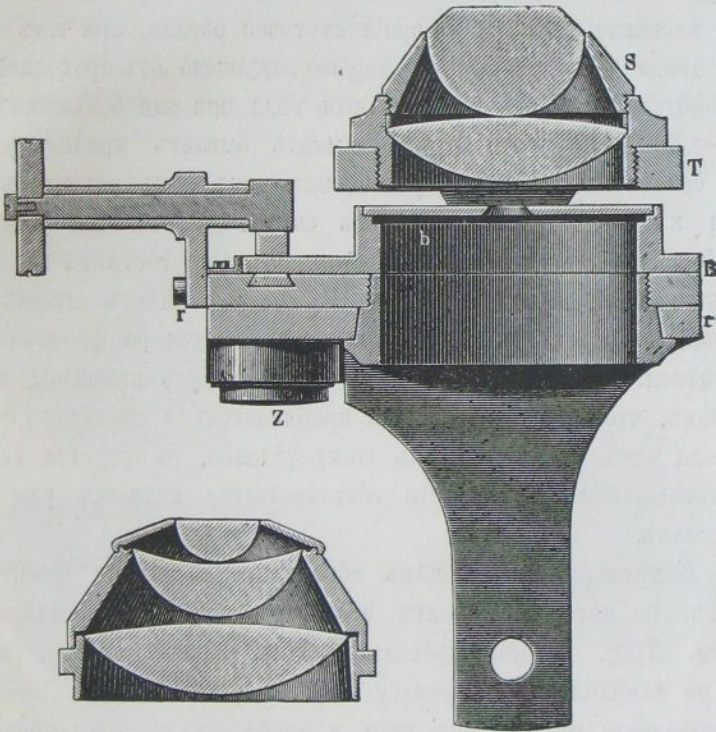


Рис. 18 В.

При микроскопическихъ изслѣдованіяхъ можно пользоваться а) *прямымъ или центральнымъ освѣщеніемъ*, при которомъ лучи отраженные центромъ зеркала совпадаютъ съ оптической осью микроскопа, или б) *косвеннымъ*, при которомъ эти лучи образуютъ нѣкоторый уголъ съ оптической осью микроскопа. Косвенное освѣщеніе получается тогда, когда зеркало будетъ сдвинуто въ сторону. При этомъ необходимо удалить діафрагму, если она была въ цилиндрической оправѣ, при вращающемся же кружкѣ нужно поставить самое большое отверстіе. Въ освѣтительномъ аппаратѣ Abbe косвенное освѣщеніе достигается перемѣщеніемъ діафрагмы отъ центра къ периферіи, что совершается какъ уже было упомянуто при помощи винта. Объ употребленіи прямого и косвеннаго освѣщенія мы скажемъ ниже.



*Освѣщеніе падающимъ свѣтомъ.* При изслѣдованіи непрозрачныхъ тѣлъ само собой разумѣется необходимо пользоваться падающимъ свѣтомъ. Если объектъ изслѣдуется при очень слабомъ увеличеніи (20 или нѣсколько болѣе разъ), то бываетъ достаточно просто дневного свѣта и нѣтъ необходимости прибѣгать къ какому либо рода аппаратамъ. При сравнительно болѣшихъ увеличеніяхъ (100 и болѣе) употребляется плосковыпуклая освѣтительная линза. У маленькихъ и среднихъ штативовъ она придѣлывается къ кольцу, двигающемуся по гильзѣ штатива посредствомъ сгибающагося на шарнирахъ прута. Для большихъ штативовъ готовится освѣтительная линза на собственной подставкѣ. При освѣщеніи такой линзой, устанавливаются ее такимъ образомъ, чтобы на предметъ падалъ возможно мѣншій, но яркій свѣтовой образъ, при чемъ необходимо постараться, чтобы поле зрѣнія было хорошо защищено отъ проходящаго свѣта.

Если приходится наблюдать непрозрачныя тѣла при еще большемъ увеличеніи напр. 200 — 300 разъ (что нужно сказать бываетъ крайне рѣдко), то пользоваться освѣтительной линзой уже нельзя, такъ какъ объективъ слишкомъ приближается къ предмету и затемняетъ свѣтъ, данный этой послѣдней. Въ такомъ случаѣ употребляется *зеркало Либеркюна*. Оно состоитъ изъ маленькаго зеркальца изъ хорошо полированной стали. Въ срединѣ имѣетъ отверстіе съ винтовой нарѣзкой, посредствомъ которой и навинчивается на фронтальную часть оправы объектива. Диаметръ его 20—25 мм. Радиусъ кривизны подбирается такимъ образомъ, чтобы фокусъ зеркала приблизительно совпадалъ съ фокусомъ объектива. Если однако удовлетворять этому условію, то придется для каждаго объектива имѣть особое зеркало. Это обстоятельство является уже значительнымъ неудобствомъ.

Освѣщеніе достигается слѣдующимъ образомъ. Прозрачное объектное стекло на томъ мѣстѣ, на которомъ лежитъ препаратъ, затемняется напр. кружкомъ черной бумаги. Лучи, которые проходятъ сбоку, попадаютъ на зеркало, отражаются имъ по направленію къ фокусу и освѣщаютъ объектъ. Либеркюновское зеркало употребляется рѣдко, такъ какъ и прибѣгать къ нему приходится далеко не часто, да и употребленіе его очень хлопотливо уже потому, что нужно имѣть винтовую нарѣзку на оправѣ объектива, которую необходимо специально заказывать.

*Положительная картина на темномъ фонѣ.* Этотъ эффектъ имѣетъ иногда серьезное, рѣшающее значеніе. Оно достигается при малыхъ увеличеніяхъ и при томъ, если объективъ имѣетъ небольшой уголъ отверстія, просто помощью очень косвенно направленаго освѣщенія. При этихъ условіяхъ эффектъ не выступаетъ однако вполне. Во всей полнотѣ онъ наступаетъ только при употребленіи Аббе'вскаго освѣтительнаго аппарата. Для полученія положительной картины на почти совершенно черномъ полѣ зрѣнія необходимо а) ввести діафрагму, задерживающую центральные лучи и б) сѣзуть отверстіе объектива, навинчивая особое кольцо позади задней линзы объектива. Эти кольца Zeiss присылаютъ для своихъ объективовъ. Въ послѣднее время онъ дѣлаетъ это только по особому заказу.



Въ заключеніе описанія приборовъ, связанныхъ съ штативомъ, считаемъ излишнимъ упомянуть о приспособленіяхъ для смѣны объективовъ. Всякому микроскописту хорошо извѣстно, какъ неприятно каждый разъ при желаніи перемѣнить объективъ свинчивать одинъ и навинчивать другой. Во избѣжаніе этого уже давно введены такъ наз. *револьверы*, впервые въ микроскопахъ Nachet. Они устраиваются для двухъ, трехъ и даже болѣе объективовъ. Такимъ образомъ въ распоряженіи изслѣдователя можетъ быть нѣсколько объективовъ, смѣна которыхъ совершается легко и удобно. Однако револьверы обладаютъ вообще нѣкоторыми недостатками, изъ которыхъ одинъ довольно серьезный, а именно—при употребленіи револьвера въ огромномъ большинствѣ случаевъ нарушается центровка микроскопа. Другой недостатокъ, гораздо менѣе важный, это то, что револьверы для большого числа объективовъ затрудняютъ работу на столикѣ микроскопа. Въ новѣйшее время въ микроскопахъ Zeiss'a введено совершенно иное приспособленіе для смѣны объективовъ. Оно состоитъ изъ двухъ частей: одна навинчивается на трубку микроскопа (рис. 19 А), въ дру-

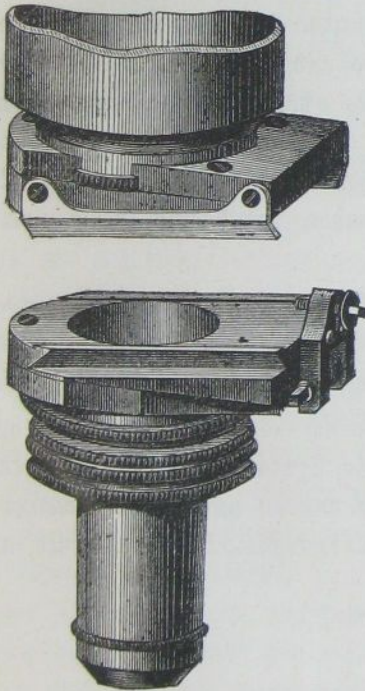


Рис. 19 А.

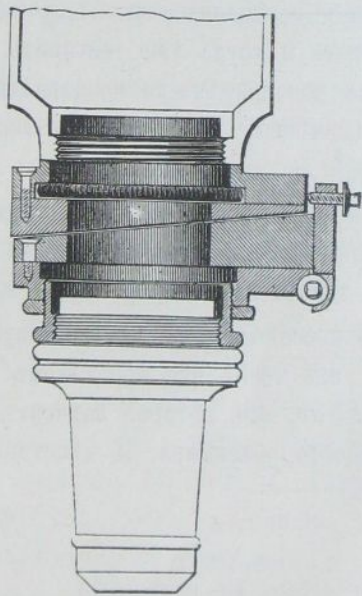


Рис. 19 В.

гую же ввинчивается объективъ. Вторая часть вдвигается въ первую на салазкахъ и тогда обѣ представляютъ одно цѣлое (рис. 19 В). Немаловажное преимущество описаннаго прибора состоитъ въ томъ, что нарушеніе центровки можетъ быть исправлено при помощи очень несложнаго механизма, связаннаго со второй частью. Легко понять, что данный Zeiss'омъ приборъ допускаетъ быструю смѣну неопредѣленнаго количества объективовъ. И дѣйствительно, имѣя всего одинъ салазку, навинчивающуюся на трубу микроскопа, мы можемъ имѣть какое угодно количество салазокъ для объектива.



## Употребленіе микроскопа. Микроскопическое наблюденіе.

Мы не будемъ касаться всѣхъ тонкостей употребленія микроскопа, онѣ даются только долгой практикой и постояннымъ изученіемъ. Эта глава спеціально назначена для начинающаго наблюдателя и для него-то мы и постараемся изложить самое необходимое.

1. При наблюденіи, микроскопу нужно дать *опредѣленное положеніе*, а именно зеркало должно быть обращено къ источнику свѣта, микрометрической винтъ къ наблюдателю. Штативъ разъ установленный на то или другое мѣсто не долженъ передвигаться безъ особой нужды въ этомъ.

2. Затѣмъ слѣдуетъ *освѣтитъ поле зрѣнія микроскопа*. Для этого наблюдатель беретъ зеркало по его окружности большимъ и указательнымъ пальцами обѣихъ рукъ и направляетъ пучекъ свѣта въ микроскопъ, при чемъ онъ разумѣется долженъ смотрѣть въ этотъ послѣдній. Обыкновенно освѣщеніе микроскопа удается легко. Лучше однако продѣлывать эти манипуляціи при слабыхъ объективахъ, такъ какъ при сильныхъ найти надлежащее освѣщеніе гораздо труднѣе. Если освѣщеніе найдено, то слѣдуетъ сдѣлать еще нѣсколько движеній зеркаломъ, чтобы убѣдиться, что дѣйствительно взятое освѣщеніе наилучшее и тогда уже оставить зеркало. Втеченіи наблюденія однако приходится довольно часто исправлять освѣщеніе, что зависитъ отъ многихъ причинъ (измѣненіе положенія штатива или зеркала, измѣненія источника свѣта и т. д.).

*При обыкновенныхъ постоянныхъ наблюденіяхъ нужно употреблять центральное освѣщеніе*. Только въ томъ случаѣ, когда требуется опредѣлить какія либо тонкости строенія нужно пользоваться *косвеннымъ освѣщеніемъ*.

Что косо освѣщеніе способствуетъ выясненію мелкихъ подробностей, вытекаетъ изъ того, что при косои направленіи пучка лучей повышается апертура Abbe, отъ которой зависитъ, какъ мы видѣли выше, воспроизводительная способность объектива. И дѣйствительно для центрального освѣщенія апертура

$$a = n \sin(u).$$

Для косои же освѣщенія

$$a = n \sin(u) \cdot n \sin(i),$$

гдѣ  $i$  есть уголъ, составляемый осью даннаго косои пучка лучей съ одной стороны и оптической осью съ другой.

Здѣсь кстати скажемъ нѣсколько словъ и объ источникахъ свѣта. Очень хорошее освѣщеніе получается отъ чистаго неяркаго голубого неба, а еще лучше отъ равномерно распределенныхъ матовыхъ неярко освѣщенныхъ облаковъ. Для сильныхъ объективовъ лучшее освѣщеніе получается отъ бѣлой яркоосвѣщенной солнцемъ оконной шторы или яркоосвѣщенной бѣлой стѣны.



Яркій солнечный свѣтъ, падающій прямо на зеркало, неудобенъ для работы съ микроскопомъ. Еще менѣе удобенъ искусственный свѣтъ все равно какой бы онъ ни былъ, хотя къ сожалѣнію къ нему иногда приходится обращаться.

Наблюденію при проходящемъ свѣтѣ отчасти мѣшаетъ свѣтъ, *падающій* на предметъ сверху. По возможности его слѣдуетъ устранять. Вотъ почему совѣтуютъ работать *въ некоторомъ отдаленіи отъ окна* (на 3—4 фута).

3. Когда микроскопу дано надлежащее освѣщеніе, берется изслѣдуемый объектъ (микроскопическій препаратъ) и кладется на предметный столикъ микроскопа, при чемъ надо стараться положить его какъ разъ надъ центромъ отверстія діафрагмы въ пучекъ свѣта, проходящій черезъ эту послѣднюю. Въ такомъ случаѣ можно быть почти вполнѣ увѣреннымъ, что изображеніе объекта попадетъ въ поле зрѣнія микроскопа или, если не все изображеніе, то хоть часть его. Далѣе слѣдуетъ установить объектъ такъ, чтобы отъ него получилось отчетливое изображеніе. Для этого, какъ мы знаемъ, объектъ долженъ находиться отъ объектива на разстояніи нѣсколько большемъ, чѣмъ фокусное разстояніе этого послѣдняго, въ плоскости *отчетливаго видѣнія*, если можно такъ выразиться.

4. Самая *установка* объекта въ этой плоскости совершается слѣдующимъ образомъ.

Передъ тѣмъ какъ положить препаратъ подъ микроскопъ слѣдуетъ непременно поднять трубу его на нѣкоторое довольно значительное разстояніе (1—2 сант.). Дѣлается это изъ понятной предосторожности—не испортить объектива или препарата случайнымъ толчкомъ одного объ другой. Итакъ, если труба микроскопа удалена отъ объекта на значительное разстояніе, то, само собой понятно, ее нужно опустить. При этомъ, какъ мы видѣли выше, для передвиженій трубы микроскопа на большія разстоянія пользуются или винтомъ (боковымъ) и опускаютъ трубу при помощи шестерни (въ большихъ штативахъ), или просто рукой (въ среднихъ и малыхъ штативахъ), вращая ее постоянно слѣва направо. Такимъ образомъ передвигаютъ трубу микроскопа до тѣхъ поръ, *пока не появится неясное изображеніе изслѣдуемаго объекта*. Конечно во время всего передвиженія наблюдатель смотритъ въ микроскопъ. Когда появилось, хотя и очень неясное, изображеніе предмета, нужно обратиться къ *микрометрическому винту* и уже при его посредствѣ, *медленно и чрезвычайно осторожно опускаая трубу, установить рѣзкое отчетливое изображеніе*. Установка рукой или шестерней до неяснаго изображенія носитъ названіе *грубой установки*, а при помощи микрометрическаго винта *тонкой установки*.

Когда найдено рѣзкое изображеніе предмета, нужно сдѣлать еще нѣсколько колебаній микроскопическимъ винтомъ въ ту и другую сторону и, если при этомъ уже минимальныя движенія винта портятъ изображеніе, тогда только дѣло установки можно считать законченнымъ.

5. Теперь, когда получено отчетливое изображеніе предмета, мы можемъ перейти къ самому *микроскопическому наблюденію*. Мы должны при этомъ обратить



вниманіе на нѣкоторыя очень важныя обстоятельства, хотя они и относятся скорѣе къ вѣщности, къ манерѣ наблюденія.

Во первыхъ, при микроскопическомъ наблюденіи *оба глаза должны быть открыты*. На первый разъ, правда, это можетъ показаться очень неудобнымъ. И въ самомъ дѣлѣ въ данномъ случаѣ у наблюдателя въ обоихъ глазахъ рисуются различныя изображенія—въ одномъ изображеніе изслѣдуемаго объекта, а въ другомъ изображенія совершенно иныя, напр. предметный столикъ, микрометрическій винтъ, собственная рука и т. д., которыя сильно затрудняютъ наблюденіе. Объяснить такое явленіе очень легко. Мы привыкли въ обыденной жизни изображенія, полученныя въ обоихъ глазахъ, проэцировать на одну плоскость, а потому и въ данномъ случаѣ одновременно видимъ и изслѣдуемый объектъ и посторонніе предметы. Однако очень скоро наблюдатель научается подавлять въ своемъ мозгу изображенія его неинтересующія и сосредоточивать все свое вниманіе лишь на изслѣдуемомъ объектѣ. Тогда изображенія, рисующіяся въ другомъ глазу, перестаютъ мѣшать наблюденію.

Во вторыхъ, при микроскопической работѣ слѣдуетъ привыкнуть къ опредѣленному *положенію рукъ*. Одна рука должна передвигать препаратъ, если это необходимо. При этомъ уже наложенный на предметный столикъ микроскопа препаратъ берется между большимъ и указательнымъ пальцемъ, а средній палецъ упирается въ передній уголь столика соотвѣтственной стороны. Это даетъ точку опоры для кисти руки и позволяетъ передвигать препаратъ очень точно, на самыя маленькія разстоянія. Другая рука должна находиться на микрометрическомъ винтѣ и работать имъ постоянно втеченіи всего наблюденія. Это требованіе основывается на извѣстныхъ уже намъ фактахъ. Мы знаемъ, что изображеніе даваемое микроскопомъ бываетъ обыкновенно не плоское, а выпуклое въ сторону наблюдателя, т. е. различныя точки этого изображенія удалены отъ глаза на неодинаковыя разстоянія. Отсюда и вытекаетъ, что *для каждаго даннаго мѣста изслѣдуемаго объекта требуется нѣкоторое измѣненіе установки*, а вмѣстѣ съ тѣмъ вытекаетъ и необходимость непрерывной работы микрометрическимъ винтомъ, такъ какъ глазъ наблюдателя постоянно переходитъ отъ одной точки изображенія къ другой.

Что касается духовной стороны наблюденія, то въ этомъ отношеніи едва ли возможны какія нибудь указанія. Здѣсь умственныя силы и развитіе наблюдателя будутъ всегда опредѣлять качества того или другого наблюденія. Мы можемъ только указать на общій путь изслѣдованія, который для начинающихъ оказывается особенно полезнымъ. Онъ заключается въ слѣдующемъ: изслѣдованіе нужно начинать всегда съ общаго обзора, а затѣмъ уже переходить къ изученію частныхъ. Переводя это на спеціальныи гистологическій языкъ, мы получаемъ весьма полезное правило—*изслѣдовать объектъ сначала при слабыхъ увеличеніяхъ, а затѣмъ уже переходить къ сильнымъ объективамъ*.

Кромѣ того мы можемъ дать начинающимъ очень полезный совѣтъ, который однако слѣдуетъ имѣть въ виду и всѣмъ вообще работающимъ съ микроско-



помь, именно—какъ можно чаще давать себѣ отчетъ въ микроскопическихъ картинахъ и при этомъ вводить какой нибудь по возможности объективный контроль, такъ какъ микроскопъ представляетъ такой инструментъ, при помощи котораго можно видѣть и то, что есть въ дѣйствительности, и то, чего на самомъ дѣлѣ нѣтъ, а только желательно наблюдателю, и даже безъ большого труда.

Для того, чтобы имѣть хоть какія нибудь точки опоры для контроля, мы можемъ совѣтывать

а) вести дневникъ своей работы, т. е. записывать все, что добыто втеченіи дня, и перечитывать его черезъ извѣстный періодъ времени.

б) Чаще пересматривать препараты даже тогда, когда въ нихъ повидимому миновала надобность. Случается, что просматривая прежніе препараты, излѣдователь отъ многаго отказывается, но за то часто находитъ и много новаго; наконецъ

с) весьма полезнымъ въ этомъ отношеніи являются *рисованіе и измѣреніе микроскопическихъ объектовъ*. Къ нимъ мы теперь и перейдемъ.

### Рисованіе. Измѣреніе подъ микроскопомъ.

Намъ нѣтъ необходимости много распространяться о пользѣ *рисованія* при микроскопической работѣ. Всѣми уже давно признано, что оно является большимъ подспорьемъ микроскописту и не только потому, что вводитъ въ работу нѣкоторый контроль, но вмѣстѣ съ тѣмъ и потому, что въ очень многихъ случаяхъ избавляетъ излѣдователя отъ излишняго и подчасъ утомительнаго описанія, такъ какъ безъ сомнѣнія хорошій рисунокъ иной разъ даетъ гораздо болѣе ясное представленіе, чѣмъ дало бы даже подробное описаніе даннаго объекта.

Въ виду этихъ соображеній является вполне естественнымъ желаніе, чтобы начинающіе излѣдователи чаще рисовали свои препараты. При этомъ необходимо замѣтить, что для рисованія микроскопическихъ объектовъ не требуется большого художественнаго таланта. Нѣкоторая сноровка, что вообще требуется отъ микроскописта, а главное практика и терпѣніе. Здѣсь болѣе, чѣмъ гдѣ либо справедлива старая пословица, что *labor improbus omnia vincit*.

Кромѣ того трудъ срисовыванія подъ микроскопомъ значительно облегчается употребленіемъ такъ называемыхъ рисовальныхъ призмъ, (свѣтлая камера, camera lucida), при помощи которыхъ очень легко снять контуръ объекта.

Такихъ рисовальныхъ призмъ довольно много. Всѣ онѣ однако устраиваются по двумъ типамъ.

а) Призмы, отбрасывающія изображенія объекта.

б) Призмы, отбрасывающія бумагу и остріе карандаша.

Мы разберемъ устройство наиболѣе совершенныхъ приборовъ того и другого типа. Лучшей призмой перваго рода является рисовальная призма Chevalier-



Oberhäuser'a. (Рис. 20) Она устраивается слѣдующимъ образомъ: оправу ея составляетъ подѣ прямымъ угломъ изогнутая трубка *A*. Какъ разѣ въ изгибѣ ея находится призма *d*. На нѣкоторомъ разстояніи отъ нея находится обыкновенный окуляръ *B*, собирательное стекло котораго будетъ при *f*, а глазное при *e*.

Передь окуляромъ находится маленькая стеклянная призма *C*, окруженная чернымъ металлическимъ кольцомъ, однако такъ, что между ней и кольцомъ остается достаточный промежутокъ.

Употребленіе призмы и ходъ лучей понять нетрудно. Аппаратъ вставляется вмѣсто окуляра. Лучи, идущіе отъ объекта, встрѣчаютъ на своемъ пути призму *d*, отъ наибольшей поверхности которой они, преломляясь подѣ прямымъ угломъ, направляются по оси трубки *A*, проходятъ черезъ окуляръ, давая изображеніе, которое не прямо попадаетъ въ глазъ наблюдателя, а еще разѣ

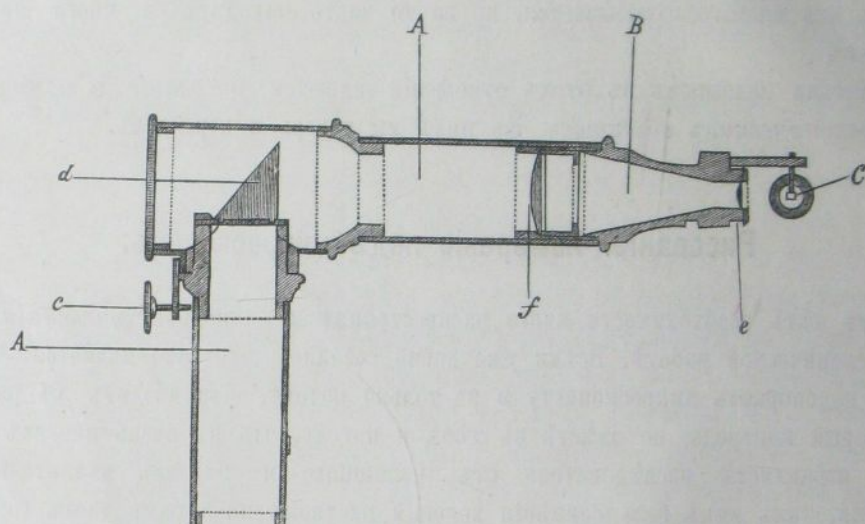


Рис. 20.

отбрасывается маленькой призмой, находящейся передь окуляромъ. Разсматривая изображеніе объекта черезъ маленькую призму, мы легко можемъ въ тоже время фиксировать (тѣмъ же глазомъ) и бумагу черезъ отверстіе кольца, окружающаго призму.

Призма Chevalier-Oberhäuser'a очень хороша, но не лишена нѣкоторыхъ недостатковъ. Прежде всего далеко не всѣ лучи, идущіе отъ объекта, доходятъ при двойномъ отраженіи черезъ призмы до глаза наблюдателя и слѣдовательно изображеніе много теряетъ въ ясности.

Затѣмъ при употребленіи призмы Chevalier-Oberhäuser'a рисунокъ долженъ быть оконченъ въ одинъ пріемъ, такъ какъ, прервавши разѣ начатую работу, трудно бываетъ снова установить рисуемое мѣсто. Кромѣ того и самая установка и регулированіе освѣщенія нѣсколько затруднительны.

Изъ рисовальныхъ призмъ второго типа мы опишемъ рисовальный аппаратъ Abbe, который въ настоящее время безспорно занимаетъ первое мѣсто между



подобнаго рода приборами (Рис. 21). Она устраивается такъ. Весь приборъ при помощи нажимнаго винта (на рисунокѣ слѣва) укрѣпляется на окулярѣ. Въ оправѣ прибора, помѣщенной надъ этимъ послѣднимъ, находится стеклянный кубикъ, состоящій изъ двухъ прямоугольныхъ призмъ. Наибольшая поверхность одной изъ этихъ призмъ заамальгамирована, такъ что лучи, идущіе справа (на рисунокѣ), встрѣчаютъ зеркальную поверхность и отражаются къ точкѣ  $O$ . Въ центрѣ зеркальной поверхности сдѣлано (проскоблено) маленькое отверстіе, черезъ которое проходятъ лучи отъ объекта къ глазу наблюдателя. Въ нѣкоторомъ отдаленіи (около 70 мм.) отъ этихъ призмъ расположено зеркало  $Sp$ , поддерживаемое особой ручкой. Оно можетъ вращаться около горизонтальной оси, перпендикулярной къ этой послѣдней.

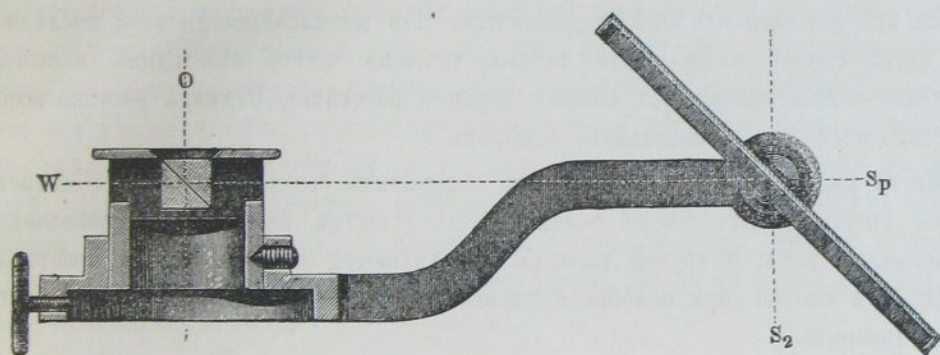


Рис. 21.

При рисованіи слѣдуетъ устроить такимъ образомъ, чтобы бумага и остріе карандаша была какъ разъ подъ зеркаломъ, которое должно стоять надъ угломъ въ  $45^\circ$  къ линіи  $WSp$ . Въ этомъ случаѣ лучи отъ бумаги и карандаша отразятся отъ зеркала и пойдутъ по линіи  $WSp$ , встрѣтятъ зеркальную поверхность призмы и отразятся въ глазъ наблюдателя, находящійся при точкѣ  $O$ . вмѣстѣ съ этимъ черезъ упомянутое выше отверстіе въ зеркальной амальгамѣ, мы будемъ также отчетливо видѣть и изображеніе предмета и слѣдовательно можемъ срисовать рассматриваемый объектъ.

Приборъ Abbe безусловно очень удобенъ, но имѣетъ одинъ небольшой впрочемъ недостатокъ, именно — онъ употребляется только съ однимъ окуляромъ (№ 2) Zeiss'a и вотъ почему. Упомянутое выше отверстіе въ зеркальной поверхности приходится на мѣстѣ зрачка выходенія лучей <sup>1)</sup> только при этомъ окулярѣ, слѣдовательно только при этомъ окулярѣ мы можемъ рассчитывать получить хорошее изображеніе черезъ стеклянный кубикъ. Впрочемъ этотъ недостатокъ, рѣдко ощутительный, съ излишкомъ покрывается достоинствами аппарата, изъ которыхъ на нѣкоторыя мы считаемъ долгомъ указать.

<sup>1)</sup> Зрачкомъ выходенія (Abbe) называется тотъ хорошо извѣстный всякому микроскописту свѣтлый кружокъ, который рисуется въ воздухѣ надъ окуляромъ и который отчетливо виденъ, если смотрѣть на окуляръ освѣщеннаго микроскопа нѣсколько издали и сбоку. Зрачекъ выходенія есть изображеніе діафрагмы.



- 1) Приборъ Аббе даетъ возможность срисовывать почти все поле зрѣнія.
- 2) При рисованіи не теряется ясность изображенія предмета.
- 3) Приборъ легко и удобно устанавливается и допускаетъ полную возможность срисовыванія въ нѣсколько пріемовъ.
- 4) Онъ не искривляетъ изображенія.

Для срисовыванія контуровъ рекомендуютъ поступать слѣдующимъ образомъ — при помощи рисовальнаго аппарата снимается контуръ объекта легкими движеніями слабаго карандаша. Затѣмъ этотъ, такъ сказать, предварительный абрисъ стирается резиной, но при этомъ однако остается слабый слѣдъ, по которому уже дѣлается контуръ рисунка твердымъ карандашомъ. Контуръ рисунка долженъ быть выполненъ весьма тщательно, иначе рисунокъ не будетъ хорошъ даже при хорошей отдѣлкѣ подробностей. Что же касается до этой послѣдней, то здѣсь едвали можно дать точныя указанія, здѣсь необходимъ навыкъ и конечно знаніе нѣкоторыхъ общихъ правилъ рисованія. Отдѣлка рисунка всегда производится безъ рисовальнаго аппарата.

Когда рисунокъ сдѣланъ, слѣдуетъ опредѣлить его увеличеніе. Это дѣлается очень просто, стоитъ только раздѣлить его діаметръ на діаметръ срисованнаго объекта. И тотъ, и другой діаметры опредѣляются легко — первый просто линейкой, а второй при помощи окулярнаго микрометра, о чемъ мы сейчасъ будемъ говорить.

Такъ напр. если діаметръ рисунка 40 mm., а діаметръ объекта 0,1, то увеличеніе рисунка  $= \frac{40}{0,1} = 400$ .

*Измѣреніе микроскопическихъ объектовъ (микрометрѣ).* Для измѣренія микроскопическихъ объектовъ употребляются особые приборы, извѣстные подъ именемъ *микрометровъ*.

Микрометръ представляетъ стеклянный кружокъ, на которомъ дѣлительной машиной начерченъ миллиметръ, раздѣленный на извѣстное число дѣленій. Микрометры бываютъ двухъ родовъ:

а) *Объектный микрометръ*, устанавливаемый подъ микроскопомъ для нѣкоторыхъ цѣлей, какъ объектъ. Онъ имѣетъ видъ или кружка и въ этомъ случаѣ задѣлывается въ оправу (Hartnack) или дѣлается въ формѣ предметнаго стекла.

б) *Окулярный микрометръ* имѣетъ видъ кружка и вставляется въ окуляръ вблизи фокуса глазнаго стекла.

Дѣленія объектнаго микрометра бываютъ обыкновенно очень тонки, миллиметръ дѣлится на 100, 500 и 1000 дѣленій. Окулярный микрометръ дѣлается болѣе грубо.

Объектный микрометръ собственно для измѣренія микроскопическихъ предметовъ не употребляется по той простой причинѣ, что не можетъ быть поставленъ въ одной плоскости съ измѣряемымъ объектомъ. Для измѣренія употребляется только окулярный микрометръ. Но здѣсь мы должны замѣтить, что дѣ-



ленія этого послѣдняго имѣютъ всегда *относительное значеніе* и зависятъ отъ увеличенія микроскопа, которое между прочимъ обуславливается, какъ извѣстно, двумя факторами: объективомъ и длиной трубки микроскопа.

Дѣйствительно дѣленія окулярнаго микрометра увеличиваются только глазнымъ стекломъ окуляра и не измѣняются отъ перемѣны объектива, а между тѣмъ увеличеніе измѣряемаго предмета зависитъ помимо окуляра отъ объектива и длины трубки микроскопа. Понятно, что если предметъ *a* занимаетъ при данномъ увеличеніи (т. е. извѣстномъ объективѣ и длинѣ трубы) 2 дѣленія окулярнаго микрометра, то при увеличеніи вдвое больше, которое можетъ произойти или отъ замѣны прежняго объектива вдвое болѣе сильнымъ, или удлиненіемъ трубки микроскопа въ два раза, онъ будетъ занимать уже 4 дѣленія окулярнаго микрометра, которыя, какъ мы уже видѣли, при этихъ условіяхъ не измѣняются. Отсюда слѣдуетъ, что для измѣренія при помощи окулярнаго микрометра всегда необходимо знать *истинное значеніе его дѣлений*, а это опредѣляется легко слѣдующимъ образомъ — установимъ подъ микроскопомъ объектный микрометръ въ сотыхъ доляхъ (миллиметръ раздѣленъ на 100 частей), а въ окулярѣ помѣстимъ окулярный микрометръ. Оба они будутъ одновременно видны въ полѣ зрѣнія микроскопа. Одинъ съ очень тонкими линіями не рѣзко выраженными, это объектный микрометръ, другой съ болѣе грубыми и рѣзко выраженными линіями—это окулярный.

Установимъ теперь микрометры такимъ образомъ, чтобы лѣвый край обоихъ совершенно совпадалъ и слѣдовательно лѣвая крайняя черта окулярнаго микрометра покрывала бы соотвѣтственную черту объектнаго. Затѣмъ если мы будемъ разсматривать наши микрометры при указанномъ положеніи ихъ, то всегда найдемъ, что и на продолженіи микрометровъ (отъ лѣваго края) существуютъ еще мѣста, гдѣ черта окулярнаго микрометра точно совпадаетъ съ чертой объектнаго. Эти мѣста интересны для насъ по простой причинѣ. Отъ края микрометровъ, установленныхъ какъ описано выше, до новаго совпаденія чертъ того и другого, *помѣщается различное число дѣлений*,—объектныхъ положимъ 2, а окулярныхъ 5, и при данномъ увеличеніи они очевидно занимаютъ одно протяженіе; слѣдовательно получимъ

$$5 \text{ дѣл. ок. м-ра} = 2 \text{ дѣл. обек. м.}$$

Отсюда  $1 \text{ д. ок. м.} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ дѣл. об. м.}$  Мы взяли объектный микрометръ, въ которомъ  $1 \text{ мм}$  раздѣленъ на 100 ч. т. е. одно дѣленіе его  $= 0,01 \text{ мм}$ . При этихъ условіяхъ, приведя 0,4 въ миллиметры, получимъ

$$1 \text{ дѣл. ок. м.} = 0,4 \text{ д. об. м.} = 0,4 \cdot 0,01 \text{ мм} = 0,004 \text{ мм.}$$

Итакъ при данномъ увеличеніи *одно дѣленіе окулярнаго микрометра равняется 0,004 мм*. Если это опредѣлено, то измѣреніе совершается уже очень просто. Измѣряемый объектъ разсматривается въ т. наз. микрометрической оку-



ляръ, т. е. окуляръ въ которомъ находится микрометръ. Пусть объектъ занимаетъ 5 окулярныхъ дѣлений, а мы знаемъ уже, что одно дѣленіе при этомъ увеличеніи равняется 0,004 мм., слѣд.

$$5 \text{ ок. д} = 0,004 \cdot 5 = 0,020 \text{ мм.}$$

Для удобства Harting ввелъ особый символъ  $\mu$ , называемый микромиллиметромъ (Harting) или микромомъ (Listing) и обозначающій 0,001 мм, такъ что найденную нами величину объекта можно писать

$$0,020 \text{ мм.}, \text{ или просто } 20 \mu.$$

Способъ измѣренія при помощи окулярнаго микрометра очень простъ и удобенъ, но обладаетъ двумя очень серьезными недостатками:

1. Его дѣленія, какъ мы видѣли, имѣютъ относительное значеніе, слѣдов. каждый разъ это значеніе должно быть опредѣлено. Правда этотъ недостатокъ можетъ сгладиться, если заранѣе будетъ составлена табличка для всѣхъ, имѣющихся въ распоряженіи наблюдателя объективовъ. При этомъ однако всегда нужно обозначать при какой длинѣ трубки микроскопа производилось опредѣленіе.

2. Измѣреніе при помощи окулярнаго микрометра далеко не можетъ быть названо точнымъ. Въ самомъ дѣлѣ если объектъ занимаетъ не цѣлое число дѣлений, а нѣкоторое число цѣлыхъ дѣлений съ дробью, тогда эту послѣднюю или просто отбрасываютъ или считаютъ за половину дѣленія. Въ томъ и другомъ случаѣ мы допускаемъ уже очень значительную ошибку, которая какъ показываетъ опытъ даже при старательномъ измѣреніи можетъ достигать 10<sup>0</sup>%. Такого рода измѣренія не могутъ конечно называться точными, хотя для обыкновенныхъ цѣлей удовлетворительны.

3. Измѣреніе при помощи окулярнаго микрометра совершенно непригодно для очень маленькихъ объектовъ, занимающихъ протяженіе меньше одного дѣленія.

Для болѣе точныхъ измѣреній употребляются особые приборы, наз. винтовыми окулярными микрометрами (Ocular-Schraubenmicrometer). Наиболѣе удобный изъ нихъ дѣлаетъ Zeiss. Его окулярный винтовой микрометръ состоитъ изъ слѣдующихъ частей: а) берется окуляръ Рамсдена, на фронтальной линзѣ котораго начерченъ указатель и протянуты двѣ очень тонкихъ нити въ формѣ креста. Весь окуляръ смѣщается въ сторону отъ оптической оси микроскопа посредствомъ очень тонкаго микрометрическаго винта, при чемъ онъ движется надъ изображеніемъ, которое въ окулярѣ Рамсдена, какъ мы видѣли выше, располагается не между его линзами, а ниже фронтальной линзы; б) подъ окуляромъ, всего на 0,1 мм. отъ него, неподвижно устанавливается плосковыпуклая линза съ большимъ фокуснымъ разстояніемъ. На плоской ея сторонѣ, обращенной къ окуляру, начерчена скала. Окуляръ такимъ образомъ движется надъ изображеніемъ и надъ скалой. Назначеніе только что упомянутой плосковыпуклой линзы состоитъ въ томъ, чтобы исключить нарушеніе центрированія въ микроскопѣ при смѣщеніи окуляра. Въ самомъ дѣлѣ плосковыпуклая линза,



расположенная, какъ сказано, подъ окуляромъ всѣ главные лучи пучковъ, образующихъ изображеніе, дѣлаетъ параллельными, а потому при наблюденіи всѣ точки его содержатся такъ, какъ при обыкновенныхъ условіяхъ центръ поля зрѣнія, слѣдовательно смѣщеніе окуляра въ данномъ случаѣ не можетъ нарушать центрировки микроскопа въ смыслѣ оптической системы.

У головки микрометрическаго винта находится колесо, окружность котораго раздѣлена на 100 частей. Полный оборотъ колеса перемѣщаетъ окуляръ на 0,2 мм., а поворотъ на одно дѣленіе колеса перемѣщаетъ окуляръ на 0,002 мм.

*Измѣреніе микроскопическихъ объектовъ по способу Алферова.* Недавно Алферовъ предложилъ способъ измѣренія микроскопическихъ объектовъ при помощи микрофотографической камеры. Способъ этотъ можно было бы называть способомъ *приведенія къ цѣлому*. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ: на мѣстѣ матоваго стекла камеры помѣщается обыкновенный окулярный микрометръ. Удаляя этотъ послѣдній мало по малу отъ объекта, т. е. увеличивая длину камеры, мы можемъ легко довести величину измѣряемаго объекта до величины одного (или нѣсколькихъ) цѣлаго дѣленія микрометра. вмѣстѣ съ тѣмъ при камерѣ Алферова приложена скала, которая опредѣлена предварительно опытнымъ путемъ и которая даетъ увеличеніе, соответствующее данной длинѣ камеры. Такимъ образомъ, если мы довели величину измѣряемаго объекта до величины, положимъ, одного дѣленія микрометра, то раздѣливши его числовое значеніе на увеличеніе, отмѣченное на скалѣ, мы и получимъ истинную величину объекта. Напримѣръ, измѣряя діаметръ цвѣтнаго тѣльца крови человѣка, доведемъ его, отодвигая постепенно микрометръ, до величины 1 мм. Взглянувши на скалу увеличеній, мы видимъ, что взятое нами увеличеніе при данной длинѣ камеры = 130. слѣдовательно діаметръ нашего объекта будетъ равняться  $\frac{1}{130}$  мм. или = 0,0077. Желая получить большую точность измѣренія, нужно брать болѣе сильные номера объективовъ.

### Увеличеніе микроскопа и его опредѣленіе.

Общее увеличеніе микроскопа состоитъ изъ двухъ факторовъ, — увеличенія объектива и увеличенія окуляра.

*Увеличеніе объектива*, который дѣйствуетъ, какъ преломляющая линза и къ которому всецѣло примѣнимо равенство (10), выражается такъ

$$N = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{l_2}{F_1}$$

Здѣсь  $l_2$  есть разстояніе отъ второй фокусной точки ( $F_2$ ) до изображенія, которое въ сложномъ микроскопѣ находится вблизи фокуса окуляра, такъ что



безъ большой погрѣшности можно принять  $l_2$  за разстояніе между верхнимъ (заднимъ) фокусомъ объектива и нижнимъ (переднимъ) фокусомъ окуляра, т. е.  $l_2$  слѣдовательно будетъ равно длинѣ такъ называемой оптической трубы.

Далѣе въ нашихъ микроскопахъ  $n_2$  всегда  $= 1$ . Стало бытъ увеличеніе объектива выразится такъ

$$N = n_1 \cdot \frac{l_2}{F_1}.$$

Это равенство показываетъ между прочимъ, что увеличеніе объектива помимо его оптическихъ данныхъ находится въ прямой зависимости отъ  $n_1$ , т. е. показателя преломленія первой среды, которая для различныхъ объективовъ неодинакова. Для объективовъ сухихъ  $n_1 = 1$  и слѣдовательно

$$N = \frac{l_2}{F_1};$$

для водноиммерсионныхъ  $n_1 = 1,33$  и слѣдовательно

$$N = 1,33 \cdot \frac{l_2}{F_1};$$

для гомогенныхъ  $n_1 = 1,51$  (приблизительно) и слѣдовательно

$$N = 1,51 \cdot \frac{l_2}{F_1}.$$

Мы привели эти данныя для увеличенія, даваемого различными объективами, съ тѣмъ, чтобы еще разъ указать на преимущество иммерсиіи. Изъ только что выведенныхъ выраженій очевидно, что иммерсионные объективы при одинаковыхъ оптическихъ свойствахъ преломляющихъ поверхностей даютъ сравнительно съ сухими бѣльшее увеличеніе. Съ другой стороны, если сухой и иммерсионный объективъ даютъ одинаковое увеличеніе, то послѣдній будетъ имѣть большее фокусное разстояніе и меньшія кривизны преломляющихъ поверхностей, а при этихъ условіяхъ, какъ мы уже говорили выше, гораздо легче можно устранить aberrации и слѣдовательно сдѣлать объективъ болѣе совершеннымъ.

*Увеличеніе окуляра* на основаніи равенства (16) выражается такъ

$$G = \frac{z}{f},$$

гдѣ  $z$  — ближайшая точка яснаго зрѣнія наблюдателя, а  $f$  — фокусное разстояніе окуляра.



Такимъ образомъ общее увеличеніе микроскопа  $V$ , представляющее произведе-  
деніе увеличеній объектива и окуляра, будетъ

$$V = n_1 \cdot \frac{l_2}{F_1} \cdot \frac{z}{f} \cdot \dots \cdot \dots \cdot \dots \cdot \dots \quad (18)$$

Изъ этого равенства между прочимъ слѣдуетъ, что

а) увеличеніе микроскопа прямо пропорціонально длинѣ оптической трубы. Мы указали выше при описаніи устройства микроскопа, что раздвиганіе трубы его повышаетъ увеличеніе. Теперь этотъ фактъ получаетъ объясненіе; и

б) что увеличеніе можетъ быть повышено уменьшеніемъ  $F_1$  и  $f$ , т. е. замѣ-  
ной объектива или окуляра болѣе сильными номерами ихъ.

Однако для наблюдателя далеко не все равно, какимъ образомъ было повы-  
шено увеличеніе микроскопа. Дѣло въ томъ, что только объективъ выясняетъ  
подробности строенія объекта, окуляръ же дѣлаетъ эти подробности болѣе замѣ-  
тными, представляя ихъ въ большемъ видѣ. Въ виду этого очевидно, что  
*лучшимъ увеличеніемъ будетъ то, которое достигается сильнымъ объек-  
тивомъ и слабымъ окуляромъ и наоборотъ худшее увеличеніе получается  
при слабомъ объективѣ и сильномъ окулярѣ.*

Если въ равенствѣ (18) выражающемъ общее увеличеніе, величины  $F_1$ ,  $f$  и  $l_2$   
даны <sup>1)</sup>, то конечно вычислить увеличеніе микроскопа будетъ въ высшей степени  
легко и полученное опредѣленіе будетъ совершенно точно. Однако далеко не всегда  
необходимыя данныя находятся въ нашемъ распоряженіи и потому довольно  
часто приходится прибѣгать къ *непосредственному опредѣленію увеличенія  
микроскопа*. Способъ этотъ менѣе точенъ, но зато также простъ и удобенъ.  
Онъ состоитъ въ слѣдующемъ: подъ микроскопомъ устанавливается микрометръ,  
въ которомъ 1 мм. раздѣленъ на 100 частей; стало быть каждое дѣленіе его  
 $= 0,01$  мм. При помощи рисовальной призмы отмѣчается на бумагѣ, положимъ,  
6 дѣлений этого микрометра двумя черточками (а не точками) и опредѣляется  
разстояніе между ними простой миллиметрической линейкой. Допустимъ, что это  
разстояніе  $= 18$  мм. Итакъ 6 дѣлений микрометра или протяженіе въ  $6 \cdot 0,01 =$   
 $0,06$  мм. будетъ равняться 18 мм. Разумѣется это возможно лишь въ томъ  
случаѣ, если микроскопъ увеличиваетъ во столько разъ, во сколько 18 мм.  
больше 0,06 мм., т. е.  $\frac{18}{0,06} = 300$ .

Полученное увеличеніе имѣетъ значеніе только при опредѣленной длинѣ трубы.

Указанный способъ непосредственнаго опредѣленія увеличенія микроскопа можно  
нѣсколько модифицировать. Возьмемъ тотъ же случай — подъ тѣмъ же микро-  
скопомъ установленъ микрометръ въ сотыхъ доляхъ миллиметра.

<sup>1)</sup> Въ новѣйшихъ микроскопахъ фабрики Цейсса всѣ эти данныя отмѣчены на объ-  
ективахъ и окулярахъ. Въ высшей степени желательно, что бы всѣ фабриканты постѣ-  
довали этому прекрасному примѣру.



При помощи рисовальной призмы мы можем отсчитать известное число дѣлений микрометра просто циркулемъ. Положимъ, мы отсчитали 5 дѣлений, т. е. слѣдовательно 0,05 мм. Перенеся затѣмъ циркуль на миллиметрическую линейку, мы видимъ, что разстояніе между ножками его = 15 мм., а отсюда, мы знаемъ уже, увеличеніе будетъ равняться  $\frac{15}{0,05} = 300$ .

Можно наконецъ не употреблять рисовальной призмы, а фиксировать однимъ глазомъ микрометръ, а другимъ бумагу, на которой и можно отсчитать известное число дѣлений микрометра и опредѣлить увеличеніе, какъ это только что указано.

Однако способъ этотъ требуетъ навыка и совершенно непригоденъ для лицъ лишенныхъ бинокулярнаго зрѣнія.

---

## ПОДГОТОВКА И СОХРАНЕНИЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКАГО МАТЕРІАЛА.

Ислѣдованіе животныхъ тканей въ свѣжемъ состояніи безъ какой-либо химической обработки есть самая желательная форма, но къ сожалѣнію далеко не часто приходится пользоваться такого рода ислѣдованіемъ въ виду того, что ткани высшихъ животныхъ очень быстро измѣняются, коль скоро нарушены условія ихъ нормальнаго существованія. Вотъ почему ислѣдователи уже съ давнихъ поръ пользуются нѣкоторыми химическими реагентами, которые, подѣйствовавши на животный объектъ, закрѣпляютъ, фиксируютъ особенности его строенія такъ, какъ онѣ представляются въ живомъ состояніи. Самый процессъ обработки объекта съ цѣлью сохраненія его нормальныхъ формовыхъ отношеній, называется въ гистологій фиксированіемъ. Когда объектъ фиксированъ, ему стремятся придать известную плотность, уплотнить, для того, чтобы можно было изучать не только самые элементы, но и ихъ взаимныя отношенія (путемъ разрѣзовъ).

Бываютъ однако случаи и довольно часто, когда желательно напротивъ, фиксируя, въ то же время уменьшить взаимную связь элементовъ, изолировать ихъ. Въ этомъ случаѣ съ объектомъ поступаютъ уже иначе, а самый процессъ, при помощи котораго достигается это уменьшеніе взаимной связи между элементами, носитъ названіе мацерации.

Ислѣдователи уже давно пользовались для фиксированія и съ большимъ успѣхомъ нѣкоторыми химическими реагентами, кислотами и солями. Новѣйшая гистологія дала нѣсколько новыхъ комбинацій, установила нѣкоторыя правила, но не больше. Впрочемъ говоря вообще въ фиксирующихъ средствахъ недостатка нѣтъ, такъ что мы не можемъ даже рѣшиться на полное изложеніе ихъ и ограничимся только самымъ главнымъ и наиболѣе употребительнымъ.



Хромовая кислота, введенная Hannover'омъ (1840), въ дѣлѣ фиксированья занимаетъ безспорно одно изъ самыхъ видныхъ мѣстъ. Она продается въ сухомъ видѣ въ формѣ игольчатыхъ кристалловъ оранжевокраснаго цвѣта. На воздухѣ она сильно притягиваетъ воду и расплывается, а потому слѣдуетъ держать ее въ хорошо закупоренныхъ склянкахъ, а еще лучше сохранять ее въ формѣ крѣпкихъ растворовъ и по мѣрѣ надобности разводить ихъ.

Хромовая кислота употребляется съ цѣлью фиксированья только въ слабыхъ растворахъ отъ  $\frac{1}{4}\%$  до  $1\%$ . Нужно замѣтить однако, что хромовую кислоту слѣдуетъ употреблять съ нѣкоторой осмотрительностью, такъ какъ она быстро осаждаетъ бѣлковыя и слизевыя вещества, а потому можетъ давать искусственные продукты, подававшіе не разъ поводъ къ спорамъ между изслѣдователями.

Если необходимо вмѣстѣ съ фиксированіемъ придать объекту нѣкоторую плотность при помощи хромовой кислоты, то она должна употребляться въ довольно крѣпкихъ растворахъ ( $1-2\%$ ), хотя необходимо замѣтить, что въ этихъ случаяхъ объекты могутъ претерпѣть значительныя измѣненія.

Осміевая кислота (Max Schultze) представляетъ прекрасное фиксирующее средство съ замѣчательной точностью передающее особенности строенія гистологическихъ элементовъ. Она продается въ сухомъ видѣ въ стеклянныхъ запаянныхъ трубочкахъ, очень дорога. Осміевая кислота вещество весьма ядовитое и потому необходимо быть осторожнымъ въ обращеніи съ ней. Пары ея даже сравнительно слабыхъ растворовъ вызываютъ головную боль и катарральныя пораженія слизистыхъ оболочекъ носа и глазъ.

Какъ фиксирующее средство, осміевая кислота употребляется или *per se* или въ смѣси съ другими кислотами. Въ первомъ случаѣ берутъ ее въ растворѣ  $\frac{1}{2}\%$ — $1\%$  и даже больше (Flemming), во второмъ сравнительно слабые растворы  $0,1\%$ — $0,2\%$  или нѣсколько больше.

Осміевая кислота довольно слабо растворяется въ водѣ и быстро возстановляется подѣ влияніемъ свѣта въ особенности въ присутствіи органическихъ веществъ. Въ виду этого требуется для ея сохраненія брать посуду химически чистую (лучше всего передъ раствореніемъ вымыть склянку крѣпкой сѣрной кислотой, а затѣмъ дистиллированной водой), и держать растворъ въ темномъ мѣстѣ <sup>1)</sup>.

Пикриновая кислота (тринитрофеноль) находится въ продажѣ въ кристаллической формѣ (листочки и призмы), цвѣта желтой канарейки, растворяется въ водѣ и спиртѣ.

Пикриновая кислота какъ фиксирующій реагентъ въ гистологій употребляется сравнительно рѣдко, напротивъ для эмбриологій она является почти незамѣнимымъ средствомъ. Сама по себѣ однако и здѣсь она употребляется рѣдко, а большей частью въ видѣ такъ наз. пикриново-сѣрной кислоты или клейненберговской жидкости. Эта послѣдняя готовится слѣдующимъ образомъ:

<sup>1)</sup> Нѣкоторыя подробности употребленія осміевой кислоты мы изложимъ ниже, въ главѣ объ импрегнаціи солями тяжелыхъ металловъ.



берется 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворъ сѣрной кислоты, въ него насыпаютъ кристаллической пикриновой кислоты и оставляютъ на 1—2 сутки. Въ теченіи этого времени растворъ сѣрной кислоты насыщается пикриновой кислотой. Затѣмъ растворъ отфильтровываютъ отъ нерастворившейся пикриновой кислоты и клейненберговская жидкость готова.

Клейненберговская жидкость можетъ быть приготовлена и нѣсколько иначе, какъ это и дѣлалъ Клейненбергъ, а именно: берутъ

насыщенного раствора пикриновой кислоты 100 ч. (по объему)  
крѣпкой сѣрной кислоты 2 ч. „

При этомъ значительная часть кристалловъ пикриновой кислоты выпадаетъ. Этотъ осадокъ отфильтровываютъ и жидкость готова. Затѣмъ Клейненбергъ прибавляетъ нѣкоторое количество креозота, чтобы противодѣйствовать набуханію, которое вызываетъ этотъ реагентъ въ нѣкоторыхъ тканяхъ (пучковая соединительная ткань). При употребленіи Клейненберговская жидкость разводится тремя объемами воды.

Уксусная кислота употребляется въ растворахъ 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Впрочемъ съ цѣлью фиксированья сама по себѣ она употребляется рѣдко, такъ какъ фиксируетъ хорошо только нѣкоторыя части (протоплазму), другія же сильно измѣняетъ (промежуточное вещество соединительной ткани). Зато въ смѣси съ другими кислотами она приноситъ несомнѣнную пользу. Въмѣсто нея можно употреблять муравьиную кислоту.

Въ новѣйшее время введены нѣкоторыя смѣси упомянутыхъ кислотъ, благодаря чему мы имѣемъ нѣсколько безусловно хорошихъ фиксирующихъ средствъ:

Смѣсь Flemming'a принадлежитъ къ числу наиболѣе удачныхъ и употребляется въ настоящее время весьма часто. Она имѣетъ слѣдующій составъ:

Осмиевой кислоты	(1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 10 ч.	(по объему)
Хромовой „	(1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 25 ч.	„
Уксусной „	(2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 5 „	„
Воды		60 „	„

Другая смѣсь Flemming'a имѣетъ слѣдующій составъ:

Хромовой кислоты	(1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 15 ч.	(по объему)
Осмиевой „	(2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 4 „	„
Крѣпкой уксусной „		1 „	„

Смѣсь Fol'я. Fol нѣсколько измѣнилъ флемминговскую смѣсь и считаетъ болѣе удобною слѣдующую формулу:

Осмиевой кислоты	(1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 2 ч.	(по объему)
Хромовой „	(1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 25 „	„
Уксусной „	(2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	— 4 „	„
Воды		68 „	„

Какъ мы увидимъ въ послѣдствіи, осмиевая кислота довольно сильно затрудняетъ окрашиваніе препаратовъ нѣкоторыми красящими веществами (карминъ).



Съ этой стороны смѣсь Fol'я, содержащая значительно меньшее количество осміевой кислоты, имѣеть по нашему мнѣнію преимущество надъ флемминговскою.

Смѣсь хромовой и уксусной кислоты рекомендуется многими изслѣдователями. Особенно ее рекомендуетъ Fol. Составъ этой смѣси (Braun, Hertwig) слѣдующій:

Хромовой кислоты (1 <sup>0</sup> /о)	— 25 ч.	(по объему)
Уксусной „ (2 <sup>0</sup> /о)	— 50 „	„
Воды	25	„

Мы приготовляемъ смѣсь хромовой и уксусной кислоты такимъ образомъ: берется растворъ хромовой кислоты 1:400 и подкисляется 2<sup>0</sup>/о — 3<sup>0</sup>/о уксусной кислотой до появленія яснаго запаха этой послѣдней. Разсматриваемая смѣсь давала всегда хорошіе результаты, а потому мы смѣло можемъ рекомендовать ее, какъ весьма полезное фиксирующее средство, тѣмъ болѣе, что эта смѣсь довольно долго держится, не портясь, а слѣдовательно можетъ быть заготовлена въ значительномъ количествѣ, тогда какъ смѣси съ осміевой кислотой необходимо употреблять свѣжеприготовленными, такъ какъ часть осміевой кислоты обыкновенно возстановляется.

Смѣсь Регенуі рекомендуется для фиксирования очень хрупкихъ объектовъ (яйца),

Азотн. кислоты (10 <sup>0</sup> /о)	— 4 ч.
Алкоголя	3 „
Хромовой кисл. (0,5 <sup>0</sup> /о)	— 3 „

Кромѣ упомянутыхъ кислотъ и ихъ смѣсей для фиксирования употребляются также и нѣкоторыя соли.

Двухромокислый калий продается въ оранжевокрасныхъ кристаллахъ, легко растворяется въ водѣ. Употребляется въ 2<sup>0</sup>/о растворѣ, самъ по себѣ рѣдко. За то весьма часто вмѣстѣ съ сѣрнокислымъ натромъ въ формѣ извѣстной мюллеровской жидкости. Составъ этой послѣдней:

Двухромокислаго калия	2 ч.
Сѣрнокислаго натра	1 „
Дистиллир. воды	100 „

Мюллеровская жидкость долгое время пользовалась славой первокласнаго консервирующаго реагента, да и теперь является очень полезной при изслѣдованіи тканей высшихъ позвоночныхъ животныхъ.

Двухромокислый калий входитъ и въ другую также очень полезную смѣсь, это жидкость Эрлицкаго. Она состоитъ изъ

Двухромокислаго калия	2,5 ч.
Сѣрнокислой окиси мѣди (мѣдный купоросъ)	0,5 „
Дистиллированной воды	100 „



Двухромокислый амміакъ употребляется также обыкновенно въ 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> раство-  
рѣ, но гораздо рѣже, чѣмъ двухромокислый калий. Къ двухромокислому амміаку  
прибѣгаютъ главнымъ образомъ тогда, когда желательна послѣдовательная обра-  
ботка хлористымъ золотомъ (способъ Герлаха).

Съ своей стороны мы опубликовали недавно смѣсь, которая была составлена  
на основаніи теоретическихъ соображеній и которая на дѣлѣ дала превосход-  
ные результаты, въ чемъ меня убѣдили особенно прекрасные препараты проф.  
Костюрина, пользовавшагося при фиксированіи своихъ объектовъ этой смѣсью.  
Главные преимущества ея состоятъ въ томъ, что она быстро пропитываетъ  
объекты и одинаково хорошо фиксируетъ, какъ ядро, такъ и протоплазму.

Составъ и способъ приготовленія этой смѣси слѣдующія.

Въ 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> спиртъ насыпается избытокъ двухромокислаго калия и сѣрникоислой  
окиси мѣди. Смѣсь ставится въ темноту, при чемъ соли переходятъ въ растворъ.  
Черезъ 2—3 дня этотъ растворъ становится насыщеннымъ и тогда можетъ  
употребляться для фиксированья. Для этого его фильтруютъ и подкисляютъ  
уксусной кислотой (5—6 капель уксусной кислоты на 100 к. сант. раствора).  
Фиксированіе идетъ въ темнотѣ.

Хлористый палладій употребляется рѣдко, хотя для нѣкоторыхъ прото-  
плазматическихъ образований онъ даетъ очень хорошіе результаты. Его употреб-  
ляютъ въ очень слабыхъ растворахъ, большей частью 1 : 800.

Въ послѣднее время Grass рекомендуетъ сулему, какъ прекрасное фикси-  
рующее средство. Мы опишемъ здѣсь его способъ. Объектъ, взятый изъ живого  
животнаго, кладется въ насыщенный (5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) растворъ сулемы, нагрѣтый до 60<sup>0</sup>—70<sup>0</sup>.  
Смотря по величинѣ объектъ подвергается дѣйствию сулемы отъ 10 м., <sup>1</sup>/<sub>2</sub> часа  
и долѣе. Затѣмъ препаратъ изъ сулемы переносится въ слабый спиртъ или даже  
воду. Но лучше переносить препаратъ изъ сулемы прямо въ 70 или 80 гра-  
дусный спиртъ, а затѣмъ черезъ 12—24 ч. въ 90 градусный, а затѣмъ въ  
абсолютный. Объектъ, обработанный сулемой, долженъ очень долго промываться  
спиртомъ, иначе въ препаратѣ остается нѣкоторое количество ея, и впослед-  
ствіи въ немъ кристаллизуется, что очень непріятно.

Наконецъ мы должны еще указать нѣкоторыя фиксирующія смѣси, имѣющія  
спеціальное назначеніе. Сюда относятся

а) Пачиніева жидкость. Существуетъ нѣсколько видоизмѣненій ея состава—

1. Сулемы	1 ч.
Дистиллир. воды	200 ч.
2. Сулемы	1 ч.
Поваренной соли	2 ч.
Дистиллиров. воды	200 ч.
3. Сулемы	1 ч.
Поваренной соли	4 ч.
Дистиллиров. воды	200 ч.



4. Сулемы	1 ч.
Уксусной кислоты	2 ч.
Дистиллиров. воды	300 ч.

Пачиниева жидкость должна употребляться въ избыткѣ и часто перемѣняться. Третья формула употребляется специально для изслѣдованія крови.

б) Смѣсь Brass'a состоитъ изъ

Хромовой кислоты	1 ч.
Хлористой платины	1 ч.
Концентрированной уксус- ной кислоты	1 ч.
Воды	400—1000 частей.

Рекомендуется для изученія одноклѣтныхъ организмовъ.

Алкоголь съ цѣлью фиксированія употребляется рѣдко. Если однако необходимо фиксировать очень быстро, то можно прибѣгнуть къ абсолютному алкоголю, но нужно помнить всегда, что при сравнительно даже непродолжительномъ дѣйствіи алкоголь сильно сморщиваетъ ткани.

Изложивши такимъ образомъ вкратцѣ фиксирующія средства, мы можемъ перейти къ общимъ правиламъ, которыя необходимо соблюдать при фиксированіи.

1. Продолжительность фиксированія зависитъ отъ различныхъ условій, какъ напримѣръ величины объекта, степени его плотности и т. д.

Вообще же можно установить, что для фиксированья солями необходимо гораздо большее время (2—3 дня), чѣмъ для фиксированья кислотами (отъ нѣсколькихъ минутъ до 12—24 час.).

2. Количество фиксирующаго реагента должно въ значительной степени превышать объемъ фиксируемаго объекта (40—50 и болѣе разъ), при этомъ желательно, чтобы жидкость хоть одинъ разъ была перемѣнена.

3. Величина объекта должна быть по возможности незначительна. Мы уже говорили выше, что хромовая кислота, а слѣд. и всѣ тѣ смѣси, въ составъ которыхъ она входитъ, довольно энергично осаждаетъ бѣлковыя вещества, благодаря чему всѣ эти средства плохо проникаютъ въ толщу объекта. Разумѣется если объектъ будетъ великъ, то прежде чѣмъ фиксирующій реагентъ достигаетъ его центральной части, въ элементахъ его успѣютъ наступить уже посмертныя измѣненія и фиксированіе окажется неудачнымъ. Лучше если объектъ не будетъ превышать 2—5 куб. мил.

При фиксированіи солями можно брать кусочки объекта гораздо большіе. Однако всегда надо сообразоваться съ свойствами самого органа и здѣсь конечно личная опытность работающаго имѣетъ громадное значеніе. Бываютъ случаи, когда необходимо фиксировать большой органъ, не раздѣляя его на части, какъ напр. головной мозгъ. Въ такомъ случаѣ фиксирующій реагентъ вырывается черезъ кровеносные сосуды этого органа и тогда можно надѣяться на



довольно хорошіе результаты, такъ какъ проходя черезъ сосуды реагентъ весьма быстро дѣйствуетъ на элементы фиксируемаго объекта. Способъ этотъ извѣстенъ давно (Ранвье), и я много разъ, пользуясь имъ, получалъ превосходные результаты. При этомъ считаю не лишнимъ сдѣлать маленькое замѣчаніе. Лучше если передъ впрыскиваніемъ фиксирующей смѣси промыть сосуды 0,5% хлористаго натрія. Это почти необходимо при фиксированіи смѣсями, въ составъ которыхъ входитъ хромовая кислота. Если сосуды не промыты, то эта послѣдняя створаживаетъ бѣлокъ крови, образуются свертки, которые закупориваютъ сосуды и преграждаютъ дорогу фиксирующей жидкости.

4. Температура оказываетъ очень сильное вліяніе на процессъ фиксирования — при повышеніи температуры, т. е. при употребленіи подогрѣтыхъ жидкостей, фиксированіе идетъ быстрѣе и объекты получаютъ бѣольшую плотность.

5. Вліяніе свѣта должно быть также безусловно признано за очень важный факторъ при фиксированіи хотя, какъ мы увидимъ ниже, отрицательнаго характера. Это стало ясно вполне, послѣ того какъ Н. Virchow доказалъ, что хромокислыя соли растворяются въ спиртѣ въ абсолютной темнотѣ и напротивъ осаждаются изъ этого раствора подъ вліяніемъ свѣта. Само собой разумѣется, что осадки солей въ тканевыхъ промежуткахъ отражаются на микроскопической картинѣ; удаляя же фиксируемые органы отъ вліянія свѣта, мы можемъ удалить эти осадки совершенно.

Мацерирующія жидкости, какъ мы уже говорили, употребляются съ цѣлью размягченія въ тканяхъ связующаго вещества, при чемъ тканевые элементы должны сохранить свой нормальный видъ. Къ этимъ жидкостямъ относятся:

Іодная сыворотка (М. Шульце). Она готовится слѣдующимъ образомъ—беруть амниотическую (плодовую) жидкость и наливаютъ ее въ плоскій сосудъ, на дно котораго бросаютъ куски іода въ избыткѣ. Черезъ нѣсколько дней іодъ растворяется мало по малу, а черезъ 2—3 недѣли получается уже насыщенный растворъ іода въ сывороткѣ, это крѣпкая іодная сыворотка.

Обыкновенно въ лабораторіяхъ она имѣется въ запасѣ. Сама по себѣ она не употребляется, для мацерирования же берутся слабые растворы ея.

Спиртъ въ третью по Ранвье представляетъ превосходный мацерирующій реагентъ. Онъ состоитъ изъ 1 ч. 85% спирта и 2 ч. воды.

При употребленіи, въ него можно прибавлять нѣсколько капель пикрокармина и получить такимъ образомъ окрашиваніе элементовъ ткани одновременно съ мацерированіемъ этой послѣдней.

5% растворъ хлораль-гидрата, рекомендованный Лавдовскимъ, давалъ намъ всегда превосходные результаты, особенно при мацерации гладкой мышечной ткани, для которой онъ и былъ предложенъ. Мы употребляли также съ успѣхомъ болѣе крѣпкіе растворы (до 10%).



2% растворъ двухромокислаго амміака и Мюллеровская жидкость также могутъ служить мацерирующими средствами, если дѣйствовали на ткани не болѣе 1—2 сутокъ.

Слабые растворы осміевой кислоты—0,1—0,25%.

Слабые растворы хромовой кислоты—1:5000. Мы не находимъ этотъ реагентъ особенно полезнымъ. Во всякомъ случаѣ среди указанныхъ выше мацерирующихъ средствъ оно занимаетъ второстепенное положеніе.

Соляная кислота употребляется, по Людвигу, для изолированія мочевыхъ канальцевъ почки по слѣдующему способу—беруть смѣсь 5 капель дымящейся соляной кислоты на 400 к. с. 96° алкоголя. Въ этой смѣси для мацерации объектъ подогрѣвается втеченіи 4—8 часовъ.

Къ числу мацерирующихъ жидкостей вообще должны быть отнесены и слабые растворы органическихъ кислотъ (уксусная, муравьиная и др.), онѣ дѣйствуютъ не столь вѣрно, какъ описанныя выше средства, и потому употребляются рѣдко.

Всѣ указанные жидкости мацерируютъ ткани втеченіи сравнительно долгаго времени—24 часа и даже болѣе. Время это опредѣляется опытомъ, приходится нѣсколькими пробами черезъ извѣстные промежутки времени убѣждаться, достаточно ли мацерированъ объектъ или нѣтъ.

Бываютъ случаи однако, когда необходимо произвести мацерацию *ex tempore*, втеченіи короткаго времени. Съ этой цѣлью употребляются крѣпкіе растворы ѣдкихъ щелочей, главнымъ образомъ ѣдкое кали. Оно употребляется въ концентраціи 35—40%.

Мы должны предупредить, что безъ крайней необходимости не слѣдуетъ прибѣгать къ этому реагенту по многимъ причинамъ, а особенно рекомендуется это начинающимъ. Дѣло въ томъ, что вообще результаты этого метода отнюдь не превосходятъ того, что можно получить при всякомъ другомъ способѣ, а между тѣмъ онъ требуетъ крайней осторожности въ обращеніи. Достаточно, чтобы капля раствора лишь нѣсколько секундъ была въ соприкосновеніи съ объективомъ, что съ начинающимъ легко можетъ случиться, и объективъ будетъ испорченъ совершенно.

Растворъ ѣдкаго кали долженъ употребляться всегда свѣжимъ, приготовленнымъ незадолго до употребленія, такъ какъ ѣдкое кали сильно притягиваетъ угольную кислоту, превращаясь въ углекислое кали, и вмѣстѣ съ тѣмъ теряетъ свои свойства мацерирующаго реагента.

---

Уплотненіе. Всѣ фиксирующіе реагенты придаютъ уже объекту извѣстную плотность, однако не вполне достаточную. Для болѣе значительнаго уплотненія, при которомъ возможно дѣлать тонкіе разрѣзы, употребляется въ большинствѣ случаевъ алкоголь.



Въ рѣдкихъ случаяхъ, для нѣкоторыхъ специальныхъ цѣлей, изслѣдователи довольствуются уплотненіемъ въ двуххромокисломъ амміакѣ или двуххромокисломъ калиѣ. И тотъ и другой употребляется съ этой цѣлью въ 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-номъ растворѣ. При этомъ уплотненіе идетъ очень продолжительное время, 1—2 мѣсяца, и все-таки не бываетъ настолько достаточнымъ, чтобы можно было дѣлать очень тонкіе разрѣзы.

Уплотненіе въ алкогольъ производится слѣдующимъ образомъ:

а) прежде всего долженъ быть удаленъ фиксирующій реагентъ вымываніемъ или въ водѣ (при фиксированіи солями или хромовой кислотой) или слабымъ спиртомъ (60<sup>0</sup>), (если объектъ былъ фиксированъ клейвенберговской жидкостью). Время необходимое для вымыванія различно, смотря по величинѣ объекта, отъ 1 час. до 24 и болѣе.

б) По удаленіи фиксирующаго реагента объектъ переносится въ 85<sup>0</sup>, а затѣмъ въ крѣпкій 96<sup>0</sup> алкоголя, въ которомъ и оплотнѣваетъ окончательно. Если объектъ пролежитъ 1—2 сутокъ въ крѣпкомъ алкогольѣ, то изъ него можно уже дѣлать тончайшіе разрѣзы и нужно сказать, что въ это время препараты получаютъ лучше, нежели по прошествіи болѣе продолжительнаго времени.

Въ послѣднее время Н. Virchow рекомендуетъ сохранять объекты, уплотняемые въ спиртѣ, въ темнотѣ, если они были фиксированы хромокислыми солями. Это обстоятельство оказывается весьма существеннымъ при процессѣ уплотненія. И дѣйствительно если объектъ, фиксированный въ хромокислой соли, промытъ и переложенъ въ спиртъ, то подъ вліяніемъ этого послѣдняго получаютъ осадки невымытой соли, которые до извѣстной степени портятъ объектъ. Если же по совѣту Н. Virchow'a удалить объектъ, переложенный въ спиртъ, отъ свѣта, то соли остаются въ растворѣ и слѣдовательно никакихъ постороннихъ осадковъ въ уплотняемомъ объектѣ не будетъ.

Объекту можно придать большую плотность также при помощи замораживанья. Замораживаніе достигается легко при посредствѣ очень несложныхъ приспособленій, связанныхъ съ микротомомъ. Такой замораживающій аппаратъ сдѣлалъ между прочимъ и Jung при своемъ микротомѣ. Существуетъ и специальный небольшой замораживающій микротомъ Шульгина (въ Одессѣ), который можетъ быть съ большимъ успѣхомъ примененъ къ дѣлу. Благодаря замораживанію мы можемъ такимъ образомъ дѣлать разрѣзы изъ свѣжихъ объектовъ, необработанныхъ химическими реагентами, что иногда бываетъ крайне желательно.

Сохраненіе фиксированныхъ объектовъ. Всѣ, употребляемые въ гистологии средства для фиксированья и уплотненія объектовъ, сохраняютъ особенности его строенія и въ этомъ смыслѣ всѣ эти средства могутъ быть названы также и консервирующими. Однако несомнѣнно, что, если объектъ лежитъ въ одномъ изъ такихъ средствъ, не исключая и алкоголя, продолжительное время, то онъ сильно измѣняется и затѣмъ, спустя неодинаковое время, становится совершенно непригоднымъ для изслѣдованія. Къ сожалѣнію до сихъ поръ въ



микроскопн не существуетъ еще вполне надежнаго конервирующаго средства. Наиболѣе надежнымъ средствомъ для сохраненія фиксированныхъ объектовъ является алкоголь, который съ этой цѣлью и употребляется въ огромномъ большинствѣ случаевъ.

Алкоголь, если онъ не дѣйствовалъ на объектъ очень долгое время, напр. недѣли и мѣсяцы, представляетъ дѣйствительно прекрасное конервирующее средство. Но, если объектъ пролежалъ въ алкоголь (крѣпкомъ) продолжительное время, то его тончайшая структура можетъ подвергнуться болѣе или менѣе значительнымъ измѣненіямъ, благодаря тому обстоятельству, что алкоголь производитъ мало по малу дегидратацию бѣлковъ, входящихъ въ формовый составъ объекта, слѣдствіемъ чего является большее или меньшее сморщиваніе этого послѣдняго. При этихъ условіяхъ тонкія подробности структуры, естественное дѣло, будутъ переданы неправильно. Все сказанное относится, конечно, только къ тому случаю, когда имѣется въ виду тончайшее изученіе гистологическихъ элементовъ. Для сохраненія же топографическихъ отношеній и общаго вида элементовъ и тканей алкоголь представляетъ вообще вполне надежное средство. Мы думаемъ, что въ настоящее время, когда уплотненіе можетъ быть легко достигнуто пропитываніемъ плотными массами (см. ниже задѣлываніе объектовъ въ парафинъ и т. п.), нѣтъ необходимости сохранять фиксированные объекты въ крѣпкомъ алкогольѣ. Гораздо лучше употреблять съ этой цѣлью сравнительно слабый алкоголь (80°—85°). Даже въ томъ случаѣ, когда объекты необходимо уплотнить крѣпкимъ алкогольемъ, всетаки для сохраненія ихъ на болѣе продолжительное время слѣдуетъ перенести ихъ въ алкоголь 85°.

Недавно мы предложили употреблять съ цѣлью конервированья такіа средства которыя не дѣйствовали бы совершенно на бѣлковыя вещества и въ которыхъ структура объекта могла бы дѣйствительно сохраняться на долгое время въ такомъ видѣ, какъ она была фиксирована. Къ такимъ веществамъ относятся эфиръ, ксилолъ, толуоль и н. друг. Такой способъ сохраненія давалъ мнѣ хорошіе результаты. Во всякомъ случаѣ его примѣненіе въ той или другой формѣ было бы весьма желательно.

### Задѣлываніе объекта въ плотныя массы.

Уплотненіе въ алкоголь является однако недостаточнымъ для разрѣзыванія при помощи микротомъ. Для этой послѣдней цѣли объектъ пропитывается известнымъ способомъ плотными массами. На гистологическомъ языкѣ этотъ процессъ носитъ названіе задѣлыванія объекта. Въ прежнее время для задѣлыванія объектовъ употреблялось очень много способовъ—задѣлываніе въ мыло, смѣси масла и воска, бѣлокъ. Но каждый изъ этихъ способовъ представляетъ весьма серьезные недостатки и въ настоящее время едва ли они кѣмъ нибудь употребляются, такъ какъ вытѣснены парафиномъ и целлоидиномъ. Поэтому мы остановимся главнымъ образомъ на описаніи способовъ задѣлыванія только въ эти послѣднія вещества.



Задѣливаніе въ параффинъ <sup>1)</sup>. Въ продажѣ существуетъ нѣсколько сортовъ параффина. Изъ нихъ необходимо имѣть два—твердый параффинъ, плавающийся при 60° (приблизительно) и мягкій, плавающийся при 40° и представляющій очень пластичную массу. Мы употребляемъ обыкновенно смѣсь этихъ двухъ сортовъ 90 частей твердаго и 10 ч. мягкаго. Въ жаркое лѣтнее время лучше брать смѣсь изъ 95 частей твердаго и 5 частей мягкаго параффина.

Существуетъ нѣсколько способовъ задѣливанія въ параффинъ.

а) Способъ съ маслами. Хорошо обезвоженный абсолютнымъ алкоголемъ объектъ кладется въ гвоздичное масло до полного просвѣтленія, т. е. до того момента, когда весь алкоголь будетъ удаленъ и замѣщенъ масломъ. Затѣмъ объектъ переносится въ терпентинное масло (французскій скапидаръ), которое должно совершенно замѣстить гвоздичное, для чего требуется довольно значительное время. Лучше всего оставлять объектъ въ терпентинномъ маслѣ около 24 часовъ.

Далѣе переносятъ объектъ въ терпентинное масло, насыщенное параффиномъ (или указанную выше смѣсью двухъ параффиновъ) при 35°—40° С. Здѣсь объектъ остается (при t° не превышающей 40°), смотря по величинѣ, отъ 1 часа до нѣсколькихъ часовъ и, наконецъ, переносится въ чистый расплавленный параффинъ для окончательнаго задѣливанія. Температура расплавленнаго параффина не должна превышать 60° С.

Способъ этотъ даетъ иногда очень хорошіе результаты, но онъ требуетъ довольно много времени и немножко хлопотливъ. Поэтому чаще употребляются другіе способы, а именно

б) Способъ съ бензоломъ (Grass) или толуоломъ (Hall). Хорошо обезвоженный объектъ кладется въ бензолъ или толуолъ. Черезъ нѣкоторое время, смотря по величинѣ объекта, этотъ послѣдній просвѣтляется, т. е., весь алкоголь замѣщается бензоломъ или толуоломъ. Послѣ этого объектъ переносится въ насыщенный (при 35°) растворъ параффина въ бензолѣ (или толуолѣ), а затѣмъ въ чистый расплавленный параффинъ.

Способъ этотъ очень удобенъ и употребляется нами почти всегда. Если объектъ не великъ, то все задѣливаніе занимаетъ не болѣе 3—4 часовъ.

с) Способъ съ хлороформомъ. Въ предыдущемъ способѣ съ большимъ успѣхомъ бензолъ (и толуолъ) можно замѣнить хлороформомъ. Техника задѣливанія остается та же.

Giesbrecht и Bütschli рекомендуютъ еще слѣдующій способъ задѣливанія съ хлороформомъ.—Хорошо обезвоженный алкогольемъ объектъ пропитываютъ хлороформомъ. Затѣмъ, помѣстивши сосудъ съ хлороформомъ и объектомъ на водяную баню, нагреваютъ и понемногу насыщаютъ хлороформъ параффиномъ.

<sup>1)</sup> Параффинъ представляетъ бѣлую кристаллическую массу, растворимъ въ хлороформѣ, горячемъ спиртѣ, эфирѣ и маслахъ. Плавится, смотря по сорту отъ 30 до 75°. Легкоплавкій параффинъ, плавающийся около 40°, представляетъ почти прозрачную некристаллическую массу. Параффины, плавающиеся ниже 30°, называются вазелинами.



Само собой разумеется этот последний мало по малу пропитывается и объектом, на что указывают появляющиеся из него пузырьки, с прекращением которых можно считать объект совершенно пропитанным хлороформным раствором парафина. Теперь остается только выпарить хлороформ при температурѣ плавления парафина, дать этому последнему остынуть и задыливание окончено.

Способ этот можно рекомендовать для маленьких и очень нежных объектов. Он правда хлопотлив, но зато не требует переноски объекта из одной склянки в другую, что при задыливаніи нежных объектов крайне затруднительно.

Задыливание в целлоидин<sup>1)</sup>. Объект, чѣм бы онъ ни былъ фиксированъ, уплотняется абсолютнымъ алкоголемъ и, когда будетъ совершенно обезвоженъ, переносится в смѣсь эфира и абсолютнаго алкоголя в равныхъ объемахъ. (Обыкновенно совѣтуютъ изъ алкоголя переносить в чистый эфиръ, что по нашему мнѣнію менѣе удобно). Послѣ этого объектъ помещается уже в растворъ целлоидина.

Надежныѣ всего имѣть три раствора — слабый, средній и крѣпкій. Объектъ помещается сначала в слабый (легко подвижный) растворъ, затѣмъ в средній (консистенціи сиропа), а затѣмъ уже крѣпкій (по возможности). Время пребывания объекта во всѣхъ этихъ растворахъ зависитъ конечно отъ величины и свойствъ объекта. Мы совѣтуемъ однако обыкновенные гистологическіе объекты держать в каждомъ изъ растворовъ 24 часа. Это несклько долго, но зато даетъ хорошіе результаты. Послѣ того какъ объектъ пролежалъ уже известное время в крѣпкомъ растворѣ целлоидина, его помещаютъ на пробку и заливаютъ этимъ же растворомъ. Затѣмъ даютъ верхнему слою целлоидина несклько подсохнуть и переносятъ задылианный такимъ образомъ объектъ в 80—85° спиртъ. Замѣтимъ, что пробка, на которой заливается объектъ, должна быть смочена смѣсью алкоголя и эфира, иначе объектъ не приклеивается. Вмѣсто того, чтобы приклеивать объектъ на пробку, очень часто поступаютъ слѣдующимъ образомъ—изъ третьяго раствора объектъ помещается в бумажную коробочку и заливается здѣсь крѣпкимъ растворомъ целлоидина. Когда верхній слой несклько подсохнетъ, коробочка переносится в 80° спиртъ. Для того чтобы избѣжать этой переноски, очень неудобной, бумажная коробочка сначала ставится в стеклянную ванночку. Затѣмъ в ней заливается объектъ и, когда целлоидинъ покроется корочкой, в ванночку наливаютъ 80° спиртъ такъ, чтобы онъ покрылъ коробочку съ целлоидиномъ.

<sup>1)</sup> Целлоидинъ (Merkel и Schifferdecker), химически не представляющій видимому различія отъ коллодія (введеннаго уже давно Duval'емъ), продается в формѣ пластинокъ. Онъ быстро высыхаетъ и тогда трудно растворяется, а потому долженъ содержаться в хорошо закупоренныхъ сосудахъ. Целлоидинъ легко растворяется в смѣси абсолютнаго алкоголя и эфира в равныхъ объемахъ. Эта смѣсь и употребляется для растворенія целлоидина при гистологическихъ работахъ. Целлоидинъ не растворяется в *ol. origanum*, *ol. bergamotae*, также *xylol*'ѣ. Часто употребляемое при микроскопическихъ занятіяхъ гвоздичное масло растворяетъ целлоидинъ.



Для ускоренія уплотненія целлоидина къ спирту можно прибавлять небольшое количество хлороформа. Обыкновенно однако въ такой посильности нужда бываетъ рѣдко.

Недавно вмѣсто целлоидина былъ рекомендованъ фотоксилинъ (Krzysinsky). Онъ отличается отъ целлоидина тѣмъ только, что даетъ совершенно прозрачные растворы и, застывая, также остается прозрачнымъ. Въ эмбриологическихъ занятіяхъ, гдѣ часто требуется точное знаніе положенія объекта, это свойство фотоксиллина даетъ ему полное преимущество передъ целлоидиномъ. При обыкновенныхъ же гистологическихъ работахъ можно безразлично употреблять, какъ целлоидинъ, такъ и фотоксилинъ. Техника задѣлыванія въ фотоксилинъ та же, что и задѣлыванія въ целлоидинъ.

Сравнивая оба описанные выше метода задѣлыванія объекта—въ парафинъ и целлоидинъ (также фотоксилинъ), мы должны сказать, что и тотъ и другой при всѣхъ своихъ достоинствахъ не чужды довольно серьезныхъ недостатковъ, которые особенно чувствительны при работѣ съ нѣжными тканями зародыша. Такъ напр. парафинъ, какъ бы онъ ни былъ хорошъ, представляетъ все таки ломкую массу. Поэтому при приготовленіи разрѣзовъ препараты часто разрываются. Всякій, занимавшійся эмбриологіей, знаетъ, какъ это бываетъ непріятно и какъ серьезно отзывается на работѣ. Задѣлавши препаратъ въ целлоидинъ, мы избавляемся отъ этого, но зато не получаемъ уже такихъ тонкихъ разрѣзовъ, какіе получали изъ объекта, задѣланнаго въ парафинъ. Этотъ недостатокъ задѣлыванія въ целлоидинъ заставляегь изслѣдователя часто отказываться отъ такого прекраснаго метода во многихъ другихъ отношеніяхъ.

Въ виду сказаннаго мы предложили комбинировать оба способа и задѣлывать объекты въ

Целлоидинъ-парафинъ. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что объектъ пропитывается целлоидиномъ, а затѣмъ уже задѣлывается въ парафинъ. Весь ходъ дѣла идетъ слѣдующимъ образомъ:

а) Хорошо обожженный алкогольемъ объектъ кладется въ смѣсь алкоголя и эфира въ равныхъ объемахъ.

б) Объектъ, пропитанный целлоидиномъ, задѣлывается въ парафинъ слѣдующимъ образомъ:

1) изъ целлоидина онъ помѣщается въ *ol. origanum vulg.*,

2) отсюда въ насыщенный растворъ парафина въ *ol. origan.*, температура этого раствора не должна превышать 40°; и наконецъ

3) объектъ окончательно задѣлывается въ расплавленномъ парафинѣ, въ которомъ онъ долженъ пребыть 1—2 часа, смотря по величинѣ объекта.

Преимущество этого способа очевидно. Объектъ, задѣланный въ целлоидинъ-парафинъ, бываетъ настолько плотенъ, что возможно дѣлать изъ него тончайшіе разрѣзы. Съ другой стороны по удаленіи изъ разрѣзовъ парафина целлоидинъ остается въ промежуткахъ препарата и такимъ образомъ мы можемъ пользоваться всѣми преимуществами, которыя даетъ задѣлываніе въ целлоидинъ



а именно отдѣльныя части препарата не смѣщаются, онъ можетъ быть окрашенъ водными красками и т. д.

При задѣлываніи въ целлоидинъ — парафинъ целлоидинъ можетъ быть замѣненъ фотоксилиномъ, какъ это сдѣлалъ недавно Лукьяновъ, при чемъ однако никакихъ преимуществъ не достигается.

Задѣлываніе въ гумми-арабикъ. Этотъ способъ въ настоящее время употребляется уже очень рѣдко, особенно въ лабораторіяхъ, такъ какъ въ нихъ всегда имѣется возможность пользоваться гораздо лучшими способами, именно задѣлываніемъ въ целлоидинъ или парафинъ. Тѣмъ не менѣе мы описываемъ этотъ способъ въ виду того, что онъ очень простъ и можетъ быть примѣненъ не только въ лабораторіи, но и вездѣ, гдѣ угодно. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Объектъ, уплотненный алкогolemъ, тщательно промывается водой до тѣхъ поръ, пока этотъ послѣдній будетъ удаленъ вполне. Тогда данный объектъ переносится въ растворъ гумми-арабика консистенціи сиропа. Когда, черезъ нѣсколько часовъ, объектъ будетъ вполне пропитанъ этимъ растворомъ, его бросаютъ въ крѣпкій алкоголь. Гумми-арабикъ быстро выпадаетъ изъ раствора и придаетъ объекту значительную плотность. Затѣмъ къ алкоголю, въ которомъ лежитъ задѣланный объектъ, прибавляется по немногу извѣстное количество воды, при чемъ гумми-арабикъ нѣсколько разбухаетъ, принимая видъ однородной полупрозрачной массы. Тогда можно уже приступать къ разрѣзамъ.

---

## ОБЩЕ СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНІЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХЪ ПРЕПАРАТОВЪ.

А. Изолированіе элементовъ ткани. Когда связь между тканевыми элементами при помощи описанныхъ выше мацерирующихъ реагентовъ болѣе или менѣе ослаблена, можно приступить къ изолированію тканевыхъ элементовъ. Для этого мы имѣемъ два способа:

1) расщипываніе и 2) взбалтываніе въ пробиркѣ.

Расщипываніе производится обыкновенно хорошо заостренными и хорошо отполированными стальными иглками. Только въ рѣдкихъ случаяхъ, напр. при расщипываніи въ растворахъ серебра, желательно имѣть иглки изъ неокисляющихся металловъ. Самый процессъ расщипыванія не требуетъ конечно подробныхъ объясненій—вкалывая обѣ иглки, мы разрываемъ объектъ мало по малу на все болѣе мелкіе части до извѣстнаго предѣла. Насколько далеко должно идти расщипываніе, зависитъ вполне отъ характера самого объекта. Такъ напр. при изолированіи поперечнополосатыхъ мышечныхъ волоконъ, представляющихъ элементы хорошо видимые невооруженнымъ глазомъ, достаточно лишь слегка расщипать небольшой кусочекъ мышцы. Напротивъ при изолированіи элементовъ



гладкой мышечной ткани, элементы которой при небольшомъ объемѣ крѣпко спаяны между собой, мы должны употребить для полученія изолированныхъ элементовъ очень энергичное расщипываніе.

Взбалтываніе въ пробиркѣ представляетъ быть можетъ еще болѣе надежный способъ изолированія тканевыхъ элементовъ, нежели расщипываніе, по крайней мѣрѣ при этомъ способѣ употребляется гораздо менѣе насилія. Особенно удобно взбалтываніе въ пробиркѣ при изолированіи мелкихъ элементовъ, какъ гладкія мышечныя клѣтки, нервныя клѣтки и т. д. Должно замѣтить однако, что для изолированія посредствомъ взбалтыванія необходимо доводить мацерацию объекта до гораздо большей степени, чѣмъ это требуется для расщипыванія.

В) Диссоціація при помощи интерстиціальной инъекціи. Способъ этотъ, предложенный впервые Ranvier, въ высшей степени удобенъ для изслѣдованія тканей, имѣющихъ волокнистое строеніе, какъ напр. пучковая соединительная ткань. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ. Если мы быстро введемъ правцовскимъ шприцемъ нѣкоторое количество жидкости, напр. въ подкожную соединительную ткань, то введенная жидкость довольно значительно раздвинетъ пучки этой послѣдней и мы получимъ, такъ сказать, искусственный отекъ даннаго мѣста. Вырѣзавши изъ середины его небольшую часть острыми кривыми ножницами, переносимъ ее на предметное стекло и получаемъ демонстративный препаратъ, гораздо болѣе близкій къ дѣйствительности, нежели это можно получить при помощи расщипыванья. Тѣмъ болѣе, что для выпрыскиванья можно взять какую либо фиксирующую жидкость и такимъ образомъ одновременно достигнуть двухъ цѣлей—фиксированья элементовъ и ихъ диссоціаціи.

Очень хорошіе результаты даетъ интерстиціальная инъекція желатинны, которую также рекомендовалъ Ranvier. Для спеціальныхъ цѣлей къ желатинѣ могутъ быть прибавляемы нѣкоторыя вещества, какъ напр. растворъ серебра (Flemming).

Диссоціація по способу Никифорова. Способъ этотъ представляетъ дальнѣйшее усовершенствованіе интерстиціальной инъекціи Ranvier и состоитъ въ слѣдующемъ. Въ подкожную клѣтчатку только что убитаго животнаго выпрыскиваютъ помощью шприца съ острой канюлей нѣсколько кубическихъ сантиметровъ флемминговской жидкости. Реактиву даютъ дѣйствовать 20—30 м., вслѣдъ затѣмъ промываютъ инъецированный кусокъ втеченіи нѣсколькихъ часовъ въ часто перемѣняемой водѣ. Послѣ промывки изъ куска удаляютъ воду постепеннымъ выпрыскиваніемъ сначала слабого, затѣмъ болѣе крѣпкаго и наконецъ абсолютнаго спирта. Послѣ того какъ обработанный такимъ образомъ кусокъ полежалъ еще сутки въ абсолютномъ алкогольѣ, въ немъ производятъ помощью такой же шприцовки, какъ и раньше, интерстиціальную инъекцію целлоидина и кладутъ еще на сутки въ подобный же растворъ целлоидина. Затѣмъ объектъ приклеивается на пробку, уплотняется въ слабомъ алкогольѣ (80°) и изъ него можно уже приготовить тонкій разрѣзь. Методъ Никифорова представляетъ во всякомъ случаѣ значительный шагъ впередъ въ технику диссоціаціи.



С) Растягиваніе и полувывсушивание. При приготовленіи препаратовъ изъ перепонокъ или, вообще, при желаніи изслѣдовать тотъ или другой объектъ въ растянутомъ состояніи мы сталкиваемся съ большимъ неудобствомъ. И въ самомъ дѣлѣ, если бы мы взяли пластинку соединительной ткани и стали бы растягивать ее на стеклѣ въ каплѣ жидкости, то это намъ совершенно не удалось бы, такъ какъ въ этомъ случаѣ наша пластинка будетъ въ растянутомъ состояніи лишь до тѣхъ поръ, пока мы будемъ придерживать ее иглками. Какъ только мы предоставимъ ее самой себѣ, она тотчасъ снова стягивается. Это неудобство совершенно устраняется, если мы при растягиваніи будемъ пользоваться полувывсушиваніемъ изслѣдуемаго объекта. Ranvier, который далъ этотъ способъ, совѣтуетъ поступать слѣдующимъ образомъ. Изслѣдуемую ткань кладутъ на предметное стекло безъ прибавленія какой либо жидкости. Ткань начинаетъ мало по малу подсыхать и при этомъ довольно сильно пристаетъ къ стеклу, особенно по краямъ, которые подсыхаютъ быстрее. Въ это же время ткань умѣренно растягивается по всѣмъ направленіямъ при помощи игловокъ. Такимъ образомъ весьма легко получить весьма демонстративные препараты. Необходимо слѣдить, чтобы высушиваніе не зашло слишкомъ далеко. Лучше всего для предупрежденія высыханія увлажнять растягиваемую ткань собственнымъ дыханіемъ.

Д) Топографическое распредѣленіе тканевыхъ элементовъ изучается на тонкихъ разрѣзахъ, которые дѣлаются изъ уплотненныхъ ограновъ или бритвой отъ руки или при помощи особыхъ приборовъ, называемыхъ микромами.

Для того, чтобы получить тонкіе разрѣзы отъ руки, требуется прежде всего извѣстный и даже большой навыкъ. Но помимо этого успѣхъ дѣла зависитъ еще отъ степени подготовки матеріала, т. е., его плотности, и качества бритвы. Последнее на столько важно, что каждый микроскопистъ долженъ умѣть опредѣлить остроту бритвы, гладкость лезвія и въ случаѣ необходимости исправить небольшія недостатки бритвы. Все это при лабораторныхъ занятіяхъ подъ руководствомъ свѣдущаго человѣка пріобрѣтается легко и вообще не требуетъ большого искусства. Мы должны указать здѣсь на одно правило, которое безусловно необходимо выполнять при рѣзаніи отъ руки, а именно—объектъ, и особенно срѣзываемая поверхность его ни въ какомъ случаѣ не должны подсыхать. Во избѣжаніе этого должно, во 1-хъ, время отъ времени погружать объектъ въ алкоголь, и, во 2-хъ, бритва должна быть смачиваема спиртомъ 70°—80° (отнюдь не водой, которая можетъ быстро портить объектъ, размягчая срѣзываемую поверхность).

### Микротомы и ихъ употребленіе.

Существуетъ два типа микротомовъ:

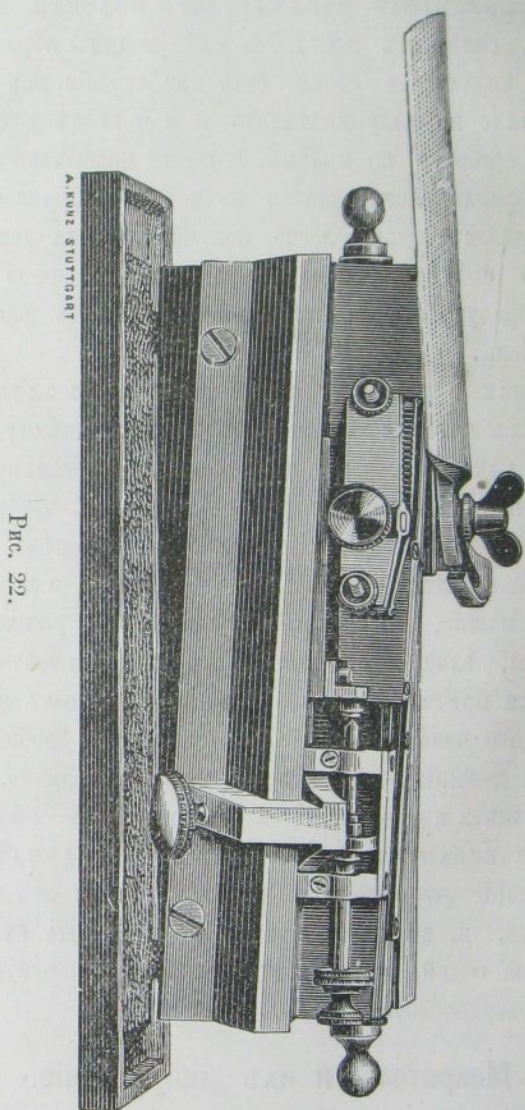
а) Цилиндрическіе, появившіеся ранѣе другихъ и теперь употребляющіеся рѣдко. Принципъ ихъ устройства заключается въ слѣдующемъ: объектъ задѣлывается въ цилиндрическую трубку, въ которой онъ можетъ двигаться (въ одну сторону) при помощи микрометрическаго винта. Разрѣзы дѣлаются бритвой, ко-



торую плотно прижимаютъ къ широкой платформѣ, находящейся у выходной части микротомъ.

б) Употребляемые въ настоящее время микротомы—санные—имѣютъ гораздо болѣе сложное устройство. Мы опишемъ ихъ также въ общихъ чертахъ.

Микротомъ имѣетъ тяжелый, очень устойчивый штативъ. Ножъ, прикрѣпленный нажимомъ на массивномъ брускѣ, движется по строго опредѣленному и неизмѣнному горизонтальному направленію. Объектъ при помощи микрометрическаго винта поднимается къ плоскости движенія ножа и такимъ образомъ при каждомъ движеніи этого послѣдняго можно получить разрѣзъ. Описываемые микро-



томы бываютъ двухъ родовъ. Въ однихъ, построенныхъ по принципу Риве, объектъ поднимается вверхъ, двигаясь по наклонной плоскости. Лучшими изъ нихъ мы считаемъ микротомы Тома, приготовляемые Jung'омъ въ Гейдельбергѣ. Въ микротомѣхъ другого типа объектъ передвигается вверхъ по вертикальному направленію.



Мы прилагаемъ на нашихъ рисункахъ образцы микрометровъ того и другого типа. Рисунокъ 22 представляетъ микрометръ Thoma-Jung'a въ самомъ простомъ его видѣ; рис. 23 представляетъ тотъ же микрометръ съ тою разницей, что зажимъ для препарата и винтъ, передвигающій объектъ по наклонной плоскости, устроенъ нѣсколько сложнѣе. Какъ образецъ микрометровъ второго типа, мы прилагаемъ превосходный микрометръ Reichert'a (рис. 24).

Различіе въ принципѣ устройства весьма существенно отражается на характерѣ работы съ тѣмъ или другимъ микрометромъ. Въ самомъ дѣлѣ въ микрометрѣ Thoma движеніе объекта вверхъ зависитъ отъ наръзки микрометрическаго винта и наклона плоскости, по которой движется объектъ. Въ микрометрѣ Reichert'a движеніе объекта вверхъ зависитъ только отъ наръзки микрометрическаго винта. Отсюда ясно, что одинаково наръзанный винтъ на микрометрѣ Thoma даетъ болѣе

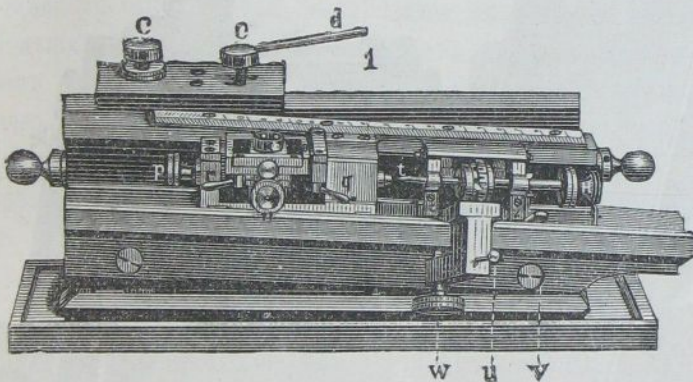


Рис. 23.

мелкія движенія, чѣмъ на микрометрѣ Reichert'a. Это составляетъ немаловажное преимущество микрометровъ, въ которыхъ объектъ движется по наклонной плоскости. Зато эти микрометры обладаютъ весьма существеннымъ недостаткомъ, котораго не имѣютъ микрометры, устроенные по второму типу. Дѣло въ томъ, что при поднятіи объекта вверхъ, онъ долженъ быть подвинутъ на извѣстное протяженіе по наклонной плоскости; слѣдовательно, чтобы имѣть возможность поднимать объектъ на значительную высоту или, что тоже самое, сдѣлать послѣдовательные разрѣзы изъ большого объекта, нужно имѣть очень большой микрометръ, съ которымъ крайне неудобно работать. Правда можно нѣсколько разъ переимѣнить установку объекта и изрѣзать большой объектъ на сравнительно небольшомъ микрометрѣ, но при этомъ будетъ потеряно много быть можетъ очень цѣнныхъ разрѣзовъ.

Микрометры, въ которыхъ объектъ поднимается вертикально, напротивъ тѣмъ и превосходятъ микрометры Thoma, что даютъ возможность работать съ большими объектами.

Если при помощи микрометра приготовляются разрѣзы изъ объектовъ, задѣланныхъ въ парафинъ, то работающій сталкивается сейчасъ же съ однимъ очень неприятнымъ неудобствомъ, именно — разрѣзы свертываются въ тру-



бочку, что влечет за собой потерю очень многих разрывов. Во избежание этого неудобства были придуманы т. наз. выпрямители разрывов. Принцип их устройства очень несложен. Параллельно лезвию ножа и очень близко над ним устанавливается металлический прутъ или вращающийся валикъ. Разрывъ, свертывающийся конечно въ сторону движенія ножа, задѣваетъ за прутъ или валикъ и такимъ образомъ дальнѣйшее сворачиваніе является невозможнымъ.

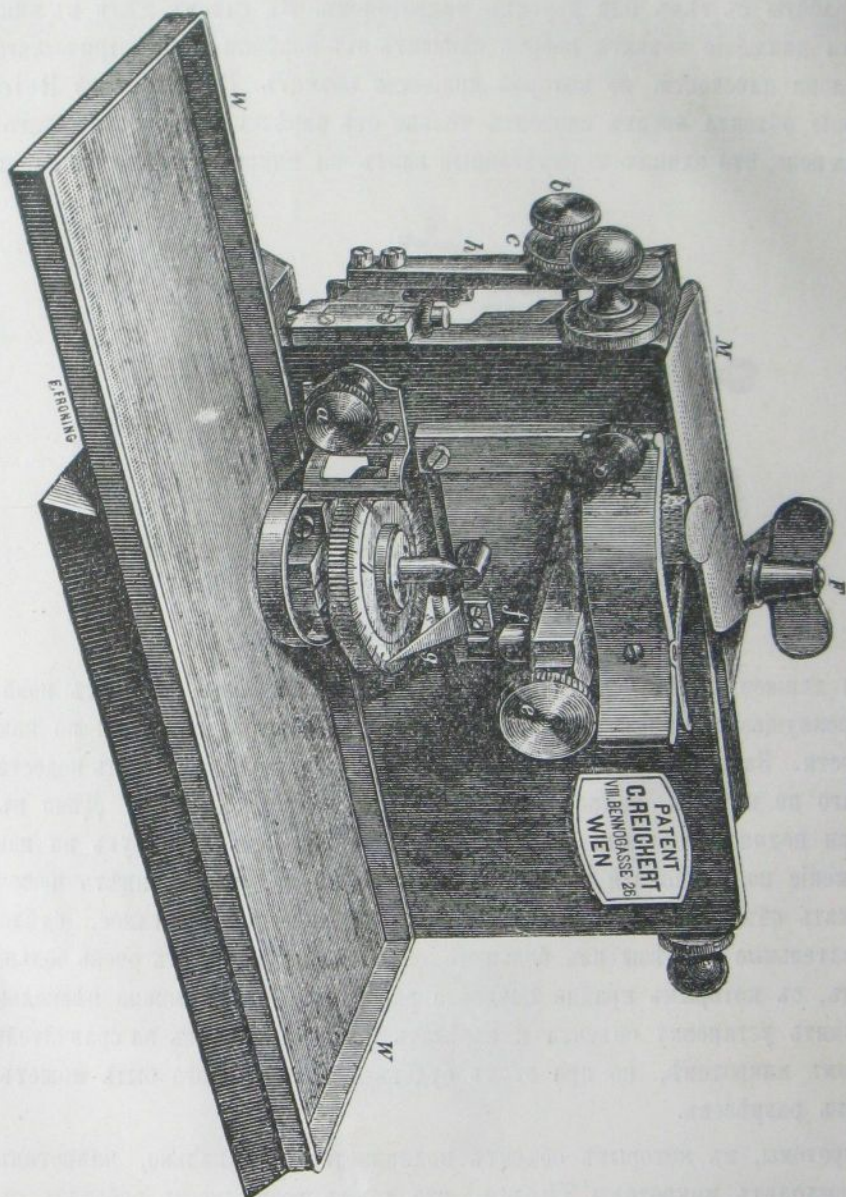


Рис. 24.

Выпрямители впрочемъ являются совершенно излишними и могутъ быть замѣнены слѣдующимъ простымъ приемомъ. Работающій ведетъ ножъ всегда правой рукой, лѣвой же рукой при помощи простой рисовальной кисточки



онъ можетъ съ полнымъ успѣхомъ воспрепятствовать свертыванію разрѣзовъ.

Приготавливая разрѣзы изъ объектовъ, задѣланныхъ въ парафинъ, необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы ножъ всегда былъ сухъ и совершенно чистъ. Поэтому полезно послѣ каждаго разрѣза вытирать осторожно рѣжущее мѣсто ножа мягкой лайкой. Это правда хлопотливо, но выкупается положительнымъ успѣхомъ дѣла.

Если мы имѣемъ дѣло съ объектомъ, задѣланнымъ въ целлоидинъ, то ножъ и срѣзываемую поверхность необходимо постоянно смачивать слабымъ (80°) алкоголемъ, иначе эта послѣдняя, благодаря быстрому высыханію целлоидина, сморщивается и дѣлается непригодной для полученія разрѣзовъ.

Положеніе ножа при работѣ съ микромомъ можетъ быть или а) косвенное (къ направленію его движенія) или б) поперечное. При первомъ ножъ легче преодолеваетъ сопротивленіе, встрѣчаемое имъ при рѣзаніи. Поэтому для полученія большихъ разрѣзовъ или при работѣ съ очень плотными объектами, ножъ долженъ имѣть косвенное положеніе. При работѣ съ объектами, не дающими большого сопротивленія, будетъ ли это зависѣть отъ ихъ небольшой величины или отъ консистенціи, ножъ можетъ имѣть поперечное направленіе.

При поперечномъ положеніи ножа возможно получить т. наз. ленту препаратовъ, т. е. цѣлую серію разрѣзовъ, механически связанныхъ другъ съ другомъ.

Въ заключеніе прибавлю еще одно маленькое замѣчаніе. Чѣмъ меньше ножъ встрѣчаетъ сопротивленія со стороны объекта, тѣмъ конечно лучше, уже потому, что ножъ медленнѣе притупляется, а потому нужно всегда избытокъ массы, въ которую задѣланъ объектъ, тщательно обрѣзывать, оставляя ее лишь очень небольшимъ слоемъ вокругъ срѣзываемой поверхности.

Разрѣзы изъ плотныхъ образованій. Если объектъ, изъ котораго желательнее приготовить тонкій разрѣзъ, представляетъ плотную консистенцію самъ по себѣ, какъ напр. хрящъ, то изъ него весьма легко дѣлаются разрѣзы безъ всякой предварительной подготовки или отъ руки или при помощи микрома. Единственное условіе, которое необходимо соблюдать, состоитъ въ томъ, чтобы срѣзываемая поверхность не подсыхала. Для этого лучше всего по нашему мнѣнію смачивать ее и бритву спиртомъ въ треть по Раувье.

Для того, что бы приготовить разрѣзы изъ такихъ объектовъ, какъ кость, плотность которой обуславливается между прочимъ массой солей, которыми она импрегнирована, необходимо предварительно эти соли удалить. Это удаленіе солей носитъ названіе декальцинированья (Decalcinatio).

Декальцинировать кость можно легко, вымачивая ее продолжительное время въ слабыхъ органическихъ или неорганическихъ кислотахъ. Такимъ образомъ съ этой цѣлью можно употребить съ успѣхомъ

а) Хромовую кислоту (1°/о);

б) Насыщенную пикриновую кислоту (Раувье);

*Кульчицкий, Основы практической гистологіи.*



с) Растворъ Эбнера, который имѣетъ слѣдующій составъ:

Соляной кислоты	5,0	gms.
Поваренной соли	5,0	"
Алкоголя	1000,0	"
Воды	200,0	"

д) Азотную кислоту, которую Stöhr совѣтуетъ употреблять слѣдующимъ образомъ: кость кладется въ растворъ кислоты (9—27 к. с. на 300 ч. воды), жидкость смѣняется сначала ежедневно, а затѣмъ каждые 4 дня.

Азотная кислота можетъ служить также для болѣ скорой декальцинаціи (втеченіи 24), но въ этомъ случаѣ нужно брать ее въ сравнительно очень крѣпкихъ растворахъ (20%).

Когда соли совершенно удалены, что довольно легко узнается при пробныхъ проколахъ иглой, декальцинирующая жидкость должна быть удалена тщательнымъ промываніемъ въ водѣ (1—2 дня), а затѣмъ кость переносится въ 85% алкоголь. Изъ декальцинированной кости, имѣющей консистенцію хряща, очень легко можно приготовить самые тонкіе разрѣзы.

Микротомъ безспорно во многихъ отношеніяхъ облегчилъ гистологическое и особенно эмбриологическое изслѣдованіе. При его помощи мы можемъ имѣть неопредѣленное количество послѣдовательныхъ разрѣзовъ, которые притомъ же будутъ и совершенно одинаковой толщины. вмѣстѣ съ тѣмъ микротомъ далъ возможность пользоваться микроскопическими препаратами для болѣ точнаго анатомическаго изслѣдованія. Такъ слагая изображенія какого либо органа, снятыя съ послѣдовательныхъ разрѣзовъ его, мы можемъ возстановить его анатомическую форму, которая прямымъ путемъ не могла быть опредѣлена (методъ реконструкціи His'a). Имѣя дѣло со введеніемъ микроотома съ огромнымъ числомъ разрѣзовъ, изслѣдователи скоро придумали и способы болѣ удобнаго и болѣ экономичнаго обращенія съ ними, это способы приготовленія т. наз. серіальныхъ препаратовъ, когда на одномъ стеклѣ располагается въ извѣстномъ порядкѣ большое количество, иногда нѣсколько десятковъ, разрѣзовъ.

Всѣ эти способы имѣютъ общую идею, состоящую въ томъ, что параффиновые срѣзки, заключающіе въ себѣ разрѣзь объекта, приклеиваются на предметномъ стеклѣ и затѣмъ подвергаются уже всѣ вмѣстѣ той или другой обработкѣ. Способовъ приклеиванья мы имѣемъ уже нѣсколько. Изъ нихъ по нашему мнѣнію заслуживаютъ предпочтенія передъ другими слѣдующіе:

а) Приклеиванье разрѣзовъ шеллакомъ. Шеллакъ, растворенный въ гвоздичномъ маслѣ (Giesbrecht) или креозотѣ (Braun), намазывается тонкимъ слоемъ на стекло; на этотъ слой кладутся разрѣзы и затѣмъ стекло нагрѣвается до температуры плавленія парафина, при чемъ разрѣзь самого объекта приклеивается къ стеклу шеллакомъ. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи гвоздичное масло или креозотъ улетучиваются и стеклу даютъ возможность остыть. Теперь



парафинъ удаляютъ терпентиннымъ масломъ и препаратъ можетъ быть заключенъ въ бальзамъ.

б) Приклеиванье коллодіумомъ (Schellibaum). Берутъ смѣсь 1 ч. коллодіума и 3 ч. гвоздичнаго масла (по объему). Этой смѣсью смазываютъ предметное стекло и располагаютъ затѣмъ параффиновые срѣзы. Далѣе поступаютъ такъ же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ. Нагрѣваютъ стекло съ препаратами до температуры плавленія парафина, причемъ разрѣзъ объекта приклеивается коллодіемъ къ стеклу. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи гвоздичное масло мало по малу испаряется. Затѣмъ стекло охлаждаютъ, парафинъ смываютъ терпентиннымъ масломъ и препаратъ готовъ.

Второй изъ приведенныхъ способовъ по нашему мнѣнію вѣрнѣй и практичнѣй уже потому, что даетъ возможность окрашивать препаратъ водными красками.

### Дальнѣйшія манипуляціи съ разрѣзами.

а) Если разрѣзъ былъ полученъ бритвой отъ руки изъ объекта, уплотненнаго въ алкогольѣ, то онъ долженъ быть окрашенъ и заключенъ окончательно въ ту или другую среду для изслѣдованія.

б) Также точно поступаютъ съ разрѣзами изъ целлоидина.

с) Если мы имѣемъ дѣло съ разрѣзами изъ парафина, то приготовленіе препарата будетъ нѣсколько сложнѣй. Прежде всего должно удалить парафинъ терпентиннымъ масломъ, ксилоломъ или какимъ либо другимъ веществомъ.

При удаленіи изъ разрѣза парафина терпентиннымъ масломъ, это послѣднее удаляется алкогольемъ, алкогольъ водой, и затѣмъ уже препаратъ можетъ быть окрашенъ и окончательно заключенъ въ среду, въ которой будетъ производиться изслѣдованіе.

При удаленіи парафина ксилоломъ, этотъ послѣдній удаляется гвоздичнымъ масломъ, масло алкогольемъ, алкогольъ водой, послѣ чего препаратъ окрашивается и окончательно задѣлывается для изслѣдованія.

Если объекты были предварительно окрашены (in toto), то манипуляціи съ разрѣзами изъ парафина значительно сокращаются, такъ какъ изъ масла препаратъ можетъ быть перенесенъ прямо въ бальзамъ.

### Среды, въ которыхъ производится изслѣдованіе.

Такими средами могутъ служить:

а) Вода. Она употребляется для этой цѣли сравнительно очень рѣдко и то лишь для временнаго обслѣдованія препарата.

б) Глицеринъ. Много лѣтъ назадъ введенный въ гистологию Warrington'омъ, глицеринъ представляетъ безспорно превосходное средство для изслѣдованія препаратовъ. Онъ обладаетъ двумя важными для микроскописта свойствами—во 1-хъ, онъ не высыхаетъ, и во 2-хъ, сильно преломляетъ свѣтъ, въ силу чего заключенный въ немъ препаратъ становится прозрачнымъ и болѣе доступнымъ



изслѣдованію. Глицеринъ употребляется или въ чистомъ видѣ или нѣсколько разбавленный водой (3 ч. глицерина, 1 ч. воды), иногда также съ небольшою примѣсью кислоты (подкисленный глицеринъ). Единственное неудобство глицерина заключается въ томъ, что онъ представляетъ консистенцію сиропа и не застываетъ въ болѣе плотную массу. Въ виду этого онъ не пригоденъ для приготовленія препаратовъ, какъ говорятъ, въ прокъ, на долгое время, такъ какъ препаратъ, заключенный и сохраняемый въ глицеринѣ, требуетъ слишкомъ осторожнаго обращенія съ собой. Съ цѣлью сохраненія препаратовъ на долгое время можно употреблять съ большимъ успѣхомъ

с) Смѣсь глицерина съ желатиной. Эту смѣсь мы приготовляемъ слѣдующимъ образомъ—4 грм. чистой хорошей желатины два раза вымывается въ водѣ, затѣмъ переносится въ чистую воду на  $\frac{1}{2}$ —1 часа. Желатина сильно имбибируется при этомъ водой и разбухаетъ. Теперь она переносится въ фарфоровую чашку, куда прибавляется еще 4—6 куб. сант. воды и растворяется при нагрѣваніи, а затѣмъ фильтруется черезъ фланель или чистую полотнянную тряпку. Наконецъ къ фильтрату прибавляютъ равный объемъ глицерина, смѣшиваютъ и смѣсь готова. При обыкновенной температурѣ она представляетъ плотную массу, но легко разжижается при нагрѣваніи и въ нагрѣтомъ состояніи употребляется. Способъ употребленія очень простъ.—Каплю нагрѣтой глицеринъ—желатины кладутъ на препаратъ и закрываютъ покровнымъ стекломъ. При употребленіи смѣсь не должна быть сильно нагрѣта, иначе можно испортить самый препаратъ. Относительно глицеринъ-желатины нужно сдѣлать два предупрежденія. Во 1-хъ, ее нужно содержать въ хорошо закупоренной склянкѣ, въ противномъ случаѣ она быстро загрязняется развивающимися растительными микроорганизмами. Во 2-хъ, при употребленіи капли, положенная на препаратъ, очень часто застываетъ и при наложеніи покровнаго стекла не расплывается подъ нимъ тонкимъ слоемъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ стоитъ только слегка подогрѣть предметное стекло и дѣло будетъ исправлено.

Смѣсь глицерина съ желатиной можетъ быть приготовлена нѣсколько иначе. Такъ напр. Деане рекомендуетъ

4 ч. глицерина  
2 ч. дистиллированной воды  
1 ч. желатины.

Растворъ фильтруется черезъ фланель.

Существуетъ и еще нѣсколько способовъ приготовленія глицеринъ-желатины, но они слишкомъ мало разнятся другъ отъ друга отъ приведенныхъ выше для того, чтобы приводить ихъ здѣсь. Никифоровъ рекомендуетъ къ глицеринъ-желатинѣ прибавлять небольшое количество крѣпкаго раствора уксуснокислаго кали (приблизительно  $\frac{1}{4}$  объема) Онъ говоритъ, что такая смѣсь, обладая болѣею лучепреломляемостью, не извлекаетъ изъ препарата анилиновыхъ красокъ. Если послѣднее справедливо, то это значительное преимущество, потому что обыкновенная глицеринъ-желатина обладаетъ очень неприятнымъ неудобствомъ — из-



влекать изъ препарата не только анилиновые краски, но и карминъ, и такимъ образомъ дѣлать препаратъ черезъ болѣе или менѣе продолжительное время совершенно негоднымъ.

Смѣсь Farrant'a. Употребляется такъ же, какъ глицеринъ-желатина. Составъ ея слѣдующій: 0,11 grm. мышьяковистой кислоты растворяется въ 35 к. с. горячей воды. По охлажденіи растворъ разбавляется 35 grm. глицерина. Затѣмъ въ этой смѣси растворяется 35 grm. хорошаго гумми-арабика.

При употребленіи смѣси Farrant'a необходимо тщательно удалять изъ препарата спиртъ, иначе этотъ послѣдній можетъ осадить гумми-арабикъ и такимъ образомъ повести къ большимъ затрудненіямъ.

d) Смолы. Изъ нихъ употребляются канадскій бальзамъ, даммарлакъ, сибирскій терпентинъ, канифоль.

Общія приемы заключенія въ смолы состоятъ въ слѣдующемъ—смолы не смѣшиваются ни съ водой, ни съ алкоголемъ (холоднымъ), а потому при обыкновенныхъ условіяхъ эти послѣднія должны быть замѣщены веществами, съ которыми легко смѣшивается смола, т. е. маслами (такъ напр. терпентинное или гвоздичное), ксилоломъ, толуоломъ или другими, и затѣмъ уже препаратъ можетъ быть заключенъ въ смолу. Прибавимъ кстати, что всѣ указанныя вещества вмѣстѣ съ тѣмъ обладаютъ свойствомъ сильно просвѣтлять препараты, благодаря своей сильной лучепреломляемости. На нашемъ техническомъ языкѣ просвѣтлить препаратъ значитъ вмѣстѣ съ тѣмъ и удалить изъ него алкоголь. Такимъ образомъ заключеніе въ смолы воднаго объекта идетъ такъ:

вода удаляется алкоголемъ, алкоголь гвоздичнымъ (или терпентиннымъ) масломъ, затѣмъ прибавляется капля бальзама (или смолы) и препаратъ закрывается покровнымъ стекломъ. Само собой разумѣется, что если мы заключаемъ препаратъ изъ алкоголя, то онъ только просвѣтляется масломъ и переносится въ бальзамъ.

Заключеніе въ смолы препаратовъ изъ параффина совершается также весьма просто. По удаленіи параффина терпентиннымъ масломъ или ксилоломъ къ препарату прибавляется капля смолы и закрывается покровнымъ стекломъ <sup>1)</sup>.

Препараты изъ целлоидина освѣтляются такими веществами, которыя целлоидина не растворяютъ, а именно—ксилоломомъ, ol. origani или бергамотовымъ масломъ. Затѣмъ прибавляется капля смолы и препаратъ закрывается покровнымъ стекломъ.

Въ гистологіи изъ смолъ употребляются:

Канадскій бальзамъ, имѣющій наибольшее распространеніе. Онъ рѣдко употребляется въ чистомъ видѣ. Обыкновенно ради удобства его растворяютъ въ

<sup>1)</sup> При описаніи заключенія въ смолу препаратовъ изъ параффина мы предполагали тотъ случай, когда нѣтъ нужды въ окрашиваніи, или же объектъ былъ окрашенъ предварительно (in toto). Если же разрѣзъ долженъ быть окрашенъ, то, само собой разумѣется, изъ него необходимо удалить параффинъ по указанному выше способу, затѣмъ окрасить и заключить въ бальзамъ такъ, какъ указано нами для водныхъ или алкогольныхъ разрѣзовъ.



терпентинномъ маслѣ или хлороформѣ. Но и въ такомъ видѣ онъ всетаки не совсѣмъ скоро подсыхаетъ. Поэтому лучше всего, по нашему мнѣнію, употреблять растворъ канадскаго бальзама въ ксилолѣ, какъ это рекомендуется въ послѣднее время. Для нѣкоторыхъ цѣлей удобно также пользоваться растворомъ канадскаго бальзама въ безводной уксусной кислотѣ и креозотѣ.

Считаю здѣсь нелишнимъ дать нѣкоторыя указанія относительно рекомендованной мною смѣси канадскаго бальзама и уксусной кислоты. Прежде всего необходимо, что бы уксусная кислота была чистая, безводная (*ac. acet. glaciale*). Однако, приливая къ бальзаму даже безводную уксусную кислоту, мы получаемъ въ этомъ послѣднемъ бѣлый, хлопьевидный осадокъ, который черезъ нѣсколько часовъ растворяется, и тогда смѣсь становится годной для употребленія.

Даммарлакъ употребляется гораздо рѣже, чѣмъ канадскій бальзамъ. Онъ имѣетъ меньшій коэффициентъ преломленія, совершенно безцвѣтенъ. Съ этой стороны онъ имѣетъ нѣкоторое преимущество передъ канадскимъ бальзамомъ, но зато употребленіе его часто бываетъ рискованно, такъ какъ даммарлакъ способенъ выкристаллизовываться и такимъ образомъ можетъ сдѣлать впоследствии препараты непригодными для изслѣдованія.

Сибирскій терпентинъ (изъ *Abies Sibirica*) представляетъ совершенно прозрачную массу, средней густоты, рекомендуется въ послѣднее время Флавицкимъ и Гойеромъ, какъ прекрасное средство для сохраненія препаратовъ, особенно такихъ, гдѣ желательно избѣжать сильнаго просвѣтленія, такъ какъ сибирскій терпентинъ имѣетъ еще меньшій показатель преломленія, чѣмъ даммарлакъ.

Канифоль для употребленія въ гистологической technikѣ растворяется въ смѣси хлороформа и абсолютнаго алкоголя въ равныхъ объемахъ. Она представляетъ прекрасное средство, очень удобное уже потому, что не требуетъ предварительно просвѣтленія препарата, но оно также современемъ можетъ выкристаллизовываться и портить препаратъ. Впрочемъ мы хранимъ нѣсколько препаратовъ уже много лѣтъ, въ которыхъ канифоль не выкристаллизовалась. Эти препараты очень тонки и заключены въ очень тонкій слой канифоли. Напротивъ всѣ препараты, на которыхъ было положено болѣе значительное количество канифоли, уже давно сдѣлались непригодными, благодаря значительному выдѣленію кристалловъ.

---

## МЕТОДЪ ОКРАШИВАНІЯ.

Мнѣ не нужно говорить здѣсь много о степени важности метода окрашиванія; всѣми давно сознано, что объекты такъ или иначе окрашенные могутъ быть гораздо легче изслѣдованы, потому что отдѣльныя составныя части тканей и органовъ совершенно различно относятся къ красящимъ веществамъ и могутъ выступать отчетливо при окрашиваніи, тогда какъ были совершенно невидимы безъ него. Такимъ образомъ окрашиваніе можетъ дифференцировать отдѣльныя составныя части тканей и органовъ. Безспорно, что одно это придаетъ



методу окрашивания выдающееся значеніе. Но помимо того въ немъ заключает-ся еще одна и быть можетъ гораздо болѣе важная сторона. Уже въ настоящее время опытный микроскопистъ можетъ по произволу окрашивать отдѣльныя части своего препарата тѣмъ или другимъ цвѣтомъ, а иногда при помощи окрашивания опредѣлять даже ихъ химическую природу. Въ виду этого можно вполнѣ надѣяться, что скоро придетъ время, когда физиологи-химики воспользуются всей колоссальной опытностью гистологовъ въ методѣ окрашивания, свяжутъ окрашивание съ химическими свойствами тканей организма и тогда каждое окрашивание будетъ имѣть цѣну микрохимической реакціи. Мы можемъ подобныя надежды не считать уже особенно смѣлыми, такъ какъ уже и теперь, какъ мы только что высказали, возможно иногда пользоваться окрашиваніемъ въ этомъ смыслѣ.

Техника окрашивания представляется въ общемъ очень несложной, но для хорошаго окрашивания нужна всетаки нѣкоторая опытность работающаго.

Препаратъ, который желательно окрасить, погружается въ растворъ красящаго вещества, и черезъ извѣстный промежутокъ времени пропитывается имъ совершенно. Тогда препаратъ вынимается и краска излишняя, т. е. та, которая помѣщается въ промежуткахъ препарата, должна быть удалена. Это удаленіе можетъ быть достигнуто или промываніемъ просто въ водѣ или въ какой либо другой жидкости, напр. подкисленномъ спиртѣ, если этого требуютъ свойства употребленнаго красящаго раствора. Относящіяся сюда подробности мы будемъ указывать ниже при описаніи красящихъ веществъ и ихъ употребленія.

Окрашивание можетъ быть произведено различно:

а) Слабыми растворами красящихъ веществъ, при чемъ полное и хорошее окрашивание наступаетъ лишь спустя нѣсколько часовъ, большею частью даже спустя сутки.

б) Крѣпкими растворами красящихъ веществъ, при чемъ окраска наступаетъ втеченіи нѣсколькихъ минутъ и даже менѣе, и наконецъ

в) По способу Voetcher-Negmann'a. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что препаратъ перекрашивается и затѣмъ краска извлекается абсолютнымъ алко-големъ. Въ концѣ концовъ получается препаратъ съ хорошо окрашенными клѣ-точными ядрами. Способъ этотъ практикуется только при окрашиваніи анили-новыми красками.

Теперь перейдемъ къ описанію наиболѣе употребительныхъ въ гистологій кра-сящихъ веществъ и способовъ ихъ примѣненія.

**Карминъ**, введенный въ гистологій животныхъ Герлахомъ (1856), зани-маетъ среди другихъ красящихъ веществъ безспорно выдающееся мѣсто. Онъ до-бывается преимущественно изъ кошенили—насъкомое, живущее въ кактусѣ (*Coc-cus cacti*). Существующій въ продажѣ карминъ представляетъ насыщенно крас-ную или пурпуровую аморфную массу, нерастворимую ни въ водѣ, ни въ спиртѣ. Продажный карминъ легко растворяется въ щелочахъ (особенно амміакѣ) и слабѣе въ кислотахъ. При кипяченіи съ крѣпкими кислотами распадается на сахаристое вещество и карминовую червель (*Karminroth*), растворимую въ водѣ и спиртѣ.



Въ настоящее время мы имѣемъ довольно много растворовъ кармина, употребляемыхъ для самыхъ различныхъ цѣлей изслѣдованія, а все же можно еще многого ожидать отъ этого поистиннѣ замѣчательнаго вещества.

Уксуснокислый карминъ. Въ первый разъ употребленъ Швейгеръ-Зейделемъ, который далъ слѣдующій способъ его приготовленія.—Къ обыкновенному амміачному раствору кармина прибавляется избытокъ уксусной кислоты до появленія осадка. Жидкость фильтруется и въ такомъ видѣ употребляется для окрашиванія. Окраска при этомъ получается диффузная и потому препараты должны быть перенесены въ глицеринъ, подкисленный соляной кислотой (1: 200). Тогда карминъ фиксируется въ клѣточныхъ ядрахъ.

Мы приготовляемъ уксуснокислый карминъ слѣдующимъ образомъ — на 200 куб. с. 30<sup>0</sup>/о-ной уксусной кислоты прибавляется около 2 grm. хорошаго кармина. Смѣсь нагревается до кипѣнія втеченіи 1—2 часовъ. При этомъ получается насыщенно темнокрасная жидкость очень чисто и энергично окрашивающая элементы, не давая диффузной окраски. Къ приготовленному уже кармину возможно прибавлять небольшое количество алкоголя (около 5<sup>0</sup>/о), что повидимому содѣйствуетъ прочности окраски.

Кислый карминъ Brass'a. Берутъ 500 grm. 70<sup>0</sup>/о-наго спирта и насыпаютъ туда чайную ложку хорошаго кармина. Затѣмъ на каждые 100 grm. прибавляютъ по 15 капель чистой соляной кислоты. Смѣсь нагревается на водяной ваннѣ втеченіи долгаго времени (строго неопредѣлено). Испаряющійся алкоголь добавляется 96<sup>0</sup>/о-нымъ. Если бы карминъ растворился весь, то прибавляется новая порція его, пока будетъ оставаться избытокъ кармина. Полученный растворъ особенно полезенъ при окрашиваніи въ кускахъ (in toto). Мы много разъ пользовались имъ и считаемъ карминъ Brass'a за одинъ изъ лучшихъ. Карминъ, по составу совершенно подобный только что описанному, рекомендовалъ уже давно (1879) Grenacher, но онъ нагревалъ свою смѣсь слишкомъ мало, втеченіи 10 минутъ, а потому и получилъ растворъ, дававшій диффузную окраску, послѣ которой необходимо было прибѣгать къ послѣдовательной обработкѣ соляной кислотой.

Алкогольный карминъ Grenacher'a готовится слѣдующимъ образомъ: 50 куб. с. 60<sup>0</sup>/о—80<sup>0</sup>/о-наго алкоголя подкисляется 3—4 каплями соляной кислоты. Сюда прибавляется карминъ кончикомъ ножа и все нагревается до кипѣнія втеченіи 10 м. Составъ кармина такимъ образомъ тотъ же, что и у Brass'a.

Кислый хлораль-гидратовый карминъ, рекомендованный недавно нами, готовится слѣдующимъ образомъ. Берутъ растворъ 10 grm. хлораль-гидрата въ 100 куб. с. 2<sup>0</sup>/о-ной соляной кислоты. Сюда прибавляютъ избытокъ кармина (около 1 grm.) и нагреваютъ втеченіи 1—2 часовъ до кипѣнія. Затѣмъ растворъ охлаждается (при комнатной температурѣ 24 часа) и фильтруется. Карминъ этотъ даетъ общее, но не диффузное окрашиваніе препарата. Ядра



окрашиваются интенсивнѣе другихъ частей. Промываніе препаратовъ идетъ въ дистиллированной (отнюдь не простой) водѣ.

Если препараты, окрашенные нашимъ карминомъ, промыть въ 2<sup>0</sup>/о-номъ растворѣ квасцовъ, то красный цвѣтъ измѣняется въ фіолетовый.

Щавелевокислый карминъ Thiersch'a. Берутъ растворъ кармина по слѣдующей формулѣ

Карминъ	1 ч.
Амміакъ	1 „
Дистиллиров. в.	3 „

и растворъ щавелевой кислоты (1 ч. кислоты на 22 ч. воды).

Затѣмъ смѣшиваютъ 1 ч. перваго раствора съ 8 ч. втораго и къ этой смѣси прибавляютъ 12 ч. алкоголя. Карминъ фильтруется и, если при этомъ имѣеть не красный, а оранжевый цвѣтъ, что указываетъ на избытокъ щавелевой кислоты, то прибавляютъ нѣкоторое количество перваго раствора до полученія желаемаго цвѣта.

Нейтральный амміачный карминъ Гойера. Изъ всѣхъ амміачныхъ растворовъ, которыхъ рекомендовано очень много, мы отдаемъ полное предпочтеніе кармину Гойера. Онъ готовится слѣдующимъ образомъ 1 grm. сухого кармина растворяется въ смѣси 1—2 к. с. крѣпкаго амміака съ 6—8 к. с. воды. Полученный растворъ кармина нагреваютъ на водяной банѣ до тѣхъ поръ пока не улетучится избытокъ амміака. Послѣ этого жидкость охлаждается и фильтруется. Такой растворъ кармина, разбавленный по желанію водой, можетъ быть употребленъ уже для окрашиванія. Для предохраненія его отъ загниванія прибавляютъ 1—2<sup>0</sup>/о хлораль-гидрата. Гойеръ даетъ очень практичный способъ сохраненія нейтральнаго кармина въ сухомъ видѣ. Для этого нужно къ вышериведенному нейтральному раствору кармина прибавить крѣпкаго алкоголя, такъ чтобы 5—6 объемовъ его приходилось на 1 объемъ карминнаго раствора. Спиртъ осаждаетъ амміачный карминъ въ формѣ краснаго порошка, который собирается на фильтрѣ, промывается чистымъ спиртомъ и высушивается. Полученный такимъ образомъ порошокъ кармина сохраняется неопредѣленное время безъ всякихъ измѣненій. Онъ легко растворяется въ горячей водѣ, причемъ даетъ очень красивое и энергичное окрашиваніе.

Амміачный карминъ Beale'я имѣеть слѣдующій составъ

Кармина	0,64 грм.
Амміака	3,5 „
Дистиллир. воды	60 „
Глицерина	60 „
Алкоголя	15 „

Прежде карминъ Beale'я пользовался большимъ успѣхомъ, въ настоящее же время употребляется сравнительно рѣдко.



Нейтрализованный борный карминъ Grenacher'a. Берется смѣсь изъ 1—2 ч. буры, 0,5—0,75 ч. сухого кармина и 100 ч. воды. Смѣсь кипятится до полученія насыщенно пурпуроваго раствора. Растворъ долженъ быть безъ осадка, хотя это не всегда бываетъ. Въ такомъ случаѣ растворъ фильтруютъ. Затѣмъ по каплямъ прибавляютъ разведенную уксусную кислоту до тѣхъ поръ, пока пурпуровый цвѣтъ раствора начнетъ измѣняться въ красный. Тогда растворъ охлаждается втеченіи 24 часовъ и затѣмъ фильтруется.

Борный карминъ окрашиваетъ ткани диффузно и потому для окрашиванія дифферентнаго требуется послѣдовательная обработка спиртомъ, подкисленнымъ соляной кислотой (1 ч. крѣпкой соляной кислоты на 100 ч. 70° спирта).

Борный карминъ употребляется большею частью для окрашиванія объектов *in toto*, онъ даетъ очень красивую, яркую окраску.

Литіевый карминъ Orth'a. Въ насыщенномъ растворѣ углекислаго литія растворяется сухой карминъ, приблизительно 2,5 grm. на 100 ч. раствора. Карминъ окрашиваетъ какъ свѣжіе, такъ и фиксированные препараты очень быстро, но диффузно. Для полученія чистой окраски ядеръ промываютъ препараты въ алкогольѣ подкисленномъ соляной кислотой (1 ч. сол. кислоты 100 ч., 70° спирта).

Приведенный растворъ кармина никакихъ преимуществъ передъ борнымъ карминомъ не представляетъ.

Квасцовый карминъ Grenacher'a. 2 grm. порошкообразнаго кармина кипятится втеченіи 20—30 минутъ въ 100 к. с. насыщеннаго раствора квасцовъ (послѣдніе растворяются въ водѣ приблизительно 10°). Послѣ охлажденія растворъ фильтруютъ и прибавляютъ 1—2 капли карболовой кислоты для предупрежденія отъ загниванія. Въмѣсто карболовой кислоты лучше прибавлять небольшое количество хлораль—гидрата.

Квасцовый карминъ хорошо приготовленный долженъ представлять насыщенный темнофіолетовый растворъ, онъ окрашиваетъ исключительно клѣточные ядра, очень быстро и чисто, и обладаетъ еще тѣмъ преимуществомъ, что не даетъ переокрашиванья.

Мы советуемъ при приготовленія квасцоваго кармина продолжать кипяченье гораздо дольше указаннаго времени, именно 1—2 часа.

**Гематоксилинъ** находится въ кампешевомъ деревѣ (синій сандалъ, *Naematoxylon campechianum*), онъ легко растворяется въ горячей водѣ, спиртѣ и эфирѣ, кристаллизуется въ свѣтложелтыхъ призмахъ. Въ такомъ кристаллическомъ видѣ находится въ продажѣ.

Въ гистологической техникѣ гематоксилинъ введенъ Воехмер'омъ (1865), который и далъ способъ приготовленія раствора, практикуемый и теперь, а именно—приготавливается <sup>4-кратна</sup> спиртной растворъ гематоксилина (0,35 grm.—10 к. с.), и растворъ квасцовъ (0,10 grm. квасцовъ, 30 к. с. дистиллир. воды). Первый <sup>75 к. с.</sup> растворъ приливаютъ по каплямъ ко второму до желаемой концентраціи. 200 к. с.



Полученный такимъ образомъ растворъ гематоксилина долженъ простоять на свѣту нѣсколько дней и тогда только можетъ быть употребленъ для окрашиванья, потому что послѣ окраски свѣжимъ растворомъ препараты сильно темнѣютъ. Крімъ того необходимо предупредить, что въ бѣмеровскомъ гематоксилинѣ очень легко образуются осадки и потому лучше всего передъ каждымъ окрашиваніемъ растворъ профильтровывать.

Гематоксилинъ по Weigert'y. Способъ этотъ былъ рекомендованъ спеціально для окрашиванья разрѣзовъ центральной нервной системы, но теперь получилъ уже достаточно широкое примѣненіе.

Способъ этотъ въ прежнемъ видѣ состоитъ въ слѣдующемъ—приготавливается растворъ изъ 0,75—1,0 grm. гематоксилина, 10 к. с. алкоголя и 90 к. с. воды. Все это нагревается до кипѣнья. Затѣмъ жидкости даютъ остыть и оставляютъ на нѣсколько дней, послѣ чего растворъ можетъ быть употребленъ въ дѣло. Окрашиваніе идетъ 1—2 часа при температурѣ 35°—45° (въ термостатѣ). При этомъ препараты сильно перекрашиваются. Для того, чтобы они были годны для изслѣдованія, ихъ переносятъ въ раскрашивающую или фиксирующую жидкость, которая состоитъ изъ 2 grm. буры, 2, 5 grm. т. наз. красной кровяной соли или желѣзо-синеродистаго калия и 100 к. с. воды.

Въ усовершенствованномъ видѣ этотъ способъ примѣняется слѣдующимъ образомъ.

Уплотненные объекты обрабатываются насыщеннымъ растворомъ нейтральной уксуснокислой окиси мѣди (1—2 сутки), послѣ чего могутъ сохраняться въ алкоголь. Разрѣзы изъ такого объекта переносятся въ растворъ гематоксилина (1 grm. гематоксилина, 10 к. с. алкоголя + 90 к. с. воды), къ которому прибавляется еще 1—2 к. с. насыщеннаго раствора углекислаго литія. Впрочемъ этой прибавки можно избѣжать, если растворъ гематоксилина втеченіи 6 дней стоялъ открытымъ. Послѣ окрашиванья, которое идетъ, какъ указано выше, разрѣзы раскрашиваются въ слѣдующемъ растворѣ—буры 2 grm., красной кровяной соли 2,5 grm., воды 200 grm.

Если объекты были фиксированы жидкостью Эрлицкаго или по рекомендованному мною способу, то предварительная обработка окисью мѣди является излишней, такъ какъ при самомъ фиксированіи объекты были подвергнуты дѣйствию мѣдной соли, которая заключается, какъ въ жидкости Эрлицкаго, такъ и въ моей.

Гематоксилинъ Renaut. Приготавливается насыщенный растворъ квасцовъ въ глицеринѣ. Къ этому раствору прибавляютъ по каплямъ спиртнаго раствора гематоксилина, пока растворъ получить темнофіолетовый цвѣтъ. Смѣсь оставляетъ на нѣсколько недѣль въ открытомъ сосудѣ и затѣмъ фильтруется.

Гематоксилинъ Ehrlich'a. Существуетъ двѣ формулы приготовленія этого красящаго раствора.



а) Беруть смѣсь

Воды	100 к. с.
Абс. алкоголя	100 к. с.
Глицерина	100 к. с.
Крѣпкой укс. кислоты	10 к. с.
Гематоксилина	2 грм.
Квасцовъ	избытокъ.

б) Исправленная формула

Гематоксилина	5 грм.
Абсол. алкоголя	300 к. с.
Глицерина	300 к. с.
Насыщеннаго воднаго раств. квасцовъ	300
Безводной уксусной кисл.	15—25 к. с.

Въ обоихъ случаяхъ смѣсь выставляется на свѣтъ и спустя только продолжительное время, когда получить насыщенно красный цвѣтъ, можетъ быть употреблена для окрашиванья. Этотъ растворъ гематоксилина очень хвалятъ. Онъ энергично окрашиваетъ ядра, но не даетъ перекрашиванья, очень удобенъ для двойныхъ окрасокъ.

Гематоксилинъ Ранвье. (*Hématoxyline nouvelle Ranvier*). Въ растворѣ бѣмеровскаго гематоксилина всегда получается обильный осадокъ, который плотно пристаеъ къ стѣнкамъ сосуда. Этотъ осадокъ представляетъ очень цѣнную вещь, какъ показали *Ranvier*. Если осадокъ образовался въ значительномъ количествѣ по стѣнкамъ склянки, то оставшійся еще растворъ гематоксилина выливается прочь. Склянка нѣсколько разъ промывается дистиллированной водой, а затѣмъ въ нее наливается 0,5% растворъ квасцовъ. При нагрѣваніи на водяной банѣ осадокъ, приставшій къ стѣнкамъ мало по малу растворяется и даетъ прекрасную фіолетовую жидкость, очень чисто и энергично окрашивающую клѣточные ядра.

До сихъ поръ мы рассматривали растворы гематоксилина, дающіе синюю или фіолетовую окраску по преимуществу клѣточныхъ ядеръ. Если однако въ квасцахъ, взятыхъ для приготовленія гематоксилина, развилась свободная кислота, что бываетъ почти всегда въ квасцахъ, сохранившихся уже долгое время, то такіе растворы гематоксилина окрашиваютъ въ красноватый цвѣтъ (*Flesch*), при чемъ окрашиваются не ядра, а протоплазма. Красная форма гематоксилина еще мало изслѣдована и трудно сказать на сколько она пригодна для гистологическихъ цѣлей. Тѣмъ не менѣе, по нашимъ наблюденіямъ, она заслуживаетъ нѣкотораго вниманія.

Наконецъ мы можемъ съ своей стороны рекомендовать еще одинъ растворъ гематоксилина, который даетъ весьма удовлетворительные результаты для препаратовъ центральной нервной системы и н. другихъ органовъ. Это—



Борный гематоксилинъ. Способъ приготовленія его состоитъ въ слѣдующемъ: берется 2 к. с. насыщеннаго раствора буры и разводится 20 к. с. дистиллированной воды; затѣмъ приливается спиртной растворъ гематоксилина, при чемъ получается красивая красная жидкость, энергично окрашивающая особенно нервныя клѣтки и ихъ отростки. Если препаратъ промыть послѣ окрашивания въ 0,5% растворѣ квасцовъ, то получается превосходное окрашивание ядеръ въ синій или фіолетовый цвѣтъ. Вообще при прибавленіи раствора квасцовъ къ борному гематоксиду цвѣтъ его измѣняется въ насыщенно фіолетовый.

При окрашиваньи гематоксилиномъ вообще очень легко перекрасить препаратъ. Впрочемъ препараты при этомъ рѣдко теряются безвозвратно, такъ какъ, промывая ихъ въ кислотахъ, легко растворить не только избытокъ гематоксилина, но даже удалить его изъ препарата цѣликомъ. Мы употребляемъ для такихъ цѣлей пикриновую кислоту, можно употреблять уксусную и др.

Индиго-карминъ (индиговосѣрноокислый натръ) находится въ продажѣ въ формѣ полужидкой массы, легко растворимой въ водѣ, при чемъ даетъ красивое насыщенно-синее окрашиваніе раствора.

Въ гистологii индигокарминъ, какъ окрашивающее средство, самостоятельно не употребляется, такъ какъ даетъ диффузное, недифферентное окрашиваніе. Зато какъ фоновая краска заслуживаетъ полнаго вниманія (см. способы двойной окраски).

Пикриновая кислота. Мы говорили объ ней уже въ главѣ о фиксированіи объектовъ. Она придаетъ препаратамъ очень красивое желтое окрашиваніе, однако диффузное и потому употребляется также, какъ фоновая краска, въ комбинаціи съ другими красящими веществами.

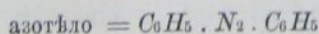
**Анилиновые краски.** Въ настоящее время эти краски относятся къ такъ называемымъ азосоединеніямъ<sup>1)</sup>. Онѣ растворимы легко въ водѣ или спиртѣ, или же въ томъ и другомъ. Употребляются какъ въ водныхъ, такъ и въ спиртныхъ растворахъ. Всѣ эти краски даютъ очень красивое яркое окрашиваніе, которое по красотѣ далеко превосходитъ окрашиваніе вышеописанными красками, но уступаетъ въ прочности, такъ какъ краски эти легко выцвѣтаютъ.

Мы опишемъ только наиболѣе употребительныя.

Сафранинъ существуетъ въ продажѣ въ формѣ порошка темно-краснаго цвѣта, легко растворимъ въ алкогольѣ и водѣ. Подъ вліяніемъ соляной кислоты и креозота обезцвѣчивается, отъ уксусной кислоты не измѣняется.

Съ цѣлью окрашиванья гистологическихъ препаратовъ введенъ Пфитценромъ, который бралъ слѣдующій растворъ: 1 ч. сафранина на 100 ч. алкоголя (абсолютнаго). Черезъ нѣсколько дней къ этому раствору прибавлялась 200 к. с. дистиллированной воды.

<sup>1)</sup> Азосоединенія имѣютъ два атома азота ( $N_2$ ), соединенныхъ съ двумя бензольными ядрами.





Можно употреблять и другіе растворы, напримѣръ, насыщенный растворъ сафранина въ абс. алкогольѣ, разбавляя его передъ употребленіемъ равнымъ объемомъ дистиллированной воды (Гойеръ).

При окрашиваніи сафраниномъ пользуются обыкновенно способомъ Негманн'а.

Необходимо замѣтить, что существуетъ очень много сортовъ сафранина, изъ которыхъ далеко не всѣ годны для гистологическихъ цѣлей. Лучшій сафранинъ готовится на фабрикахъ Schäfer'a (въ Дамштадтѣ) и Grübler'a (въ Лейпцигѣ).

Красный нафталинъ (Rose de naphthaline, Magdalaroth). Растворяется въ горячей водѣ и алкогольѣ, подъ вліяніемъ щелочей красный цвѣтъ измѣняется въ фіолетовый. Употребляется въ спиртномъ растворѣ. Слабые растворы красного нафталина даютъ прекрасную флуоресценцію.

Далія (Dahlia, фіолетъ Гофмана) растворяется въ водѣ и алкогольѣ. Введена Эрлихомъ, который употребляетъ ее въ слѣдующемъ растворѣ:

Алкоголь (абсол.) 50 к. с.  
Дистиллирован. вода 100 „ „  
Крѣпкой укс. кисл. 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> к. с.

Въ этой смѣси растворяютъ даліи почти до насыщенія. Препараты окрашиваются втеченіи нѣсколькихъ часовъ (по крайней мѣрѣ 12), затѣмъ обезвоживаются и заключаются въ бальзамъ.

Генціана-фіолетъ употребляется также, какъ сафранинъ, вмѣсто котораго иногда берется для окрашиванья, но не имѣетъ передъ нимъ никакихъ преимуществъ.

Метиль-фіолетъ,—собственно въ гистологій употребляется рѣдко, въ спиртномъ или водномъ растворѣ. Также употребляется растворъ метиль-фіолета въ слабой уксусной кислотѣ для временнаго окрашиванія (свѣжихъ тканей).

Анилиновая синь давно уже употребляется въ гистологій въ двухъ видахъ—растворимая въ водѣ (такъ называемая Wasserblau) и растворимая въ спиртѣ. Она представляетъ очень удобную фоновую окраску въ комбинаціи съ другими, самостоятельно же употребляется рѣдко. Вмѣсто нея можно также употреблять такъ наз. bleu de Lyon (Шульгинъ).

Хинолиновая синь, введенная Ранвье, растворяется въ алкогольѣ, обезцвѣчивается соляной кислотой, отъ щелочей не измѣняется. Въ гистологій употребляется растворенная въ слабомъ спиртѣ (растворъ въ треть Ранвье), очень стойко окрашиваетъ жиръ.

Еозинъ (Fischer). Существуетъ два вида его — растворимый въ алкогольѣ и растворимый въ водѣ. Оба употребляются въ гистологій, какъ фоновыя краски, и сильно измѣняются отъ дѣйствія кислотъ.

Везувинъ (Bismarckbraun, Vesuvin) существуетъ въ продажѣ въ формѣ бурожелтого порошка, растворяется въ водѣ и алкогольѣ, не измѣняется отъ уксус-



ной кислоты, подъ вліаніемъ щелочей измѣняется въ синій цвѣтъ. Введенъ Вейгертомъ, который употреблялъ его такъ: везувинъ кипятится въ водѣ и черезъ 1—2 дня фильтруется. Полученный такимъ образомъ растворъ красить очень энергично, годенъ для окраски свѣжихъ тканей.

Употребляется также насыщенный растворъ везувина въ 70° спиртѣ (P. Mayer). Окраску везувиномъ можно особенно рекомендовать, если препараты предназначаются для микрофотографіи.

Авранція (Aurantia), — растворяется въ водѣ, спиртѣ, креозотѣ, употребляется какъ фоновая краска (желтаго цвѣта, болѣе насыщеннаго, нежели даетъ пикриновая кислота), сильно окрашиваетъ цвѣтныя тѣла крови.

Нигрозинъ употребляется въ водномъ растворѣ съ цѣлью окрашиванья ядеръ (Errera). Martinotti совѣтуетъ употреблять насыщенный растворъ нигрозина и пикриновой кислоты въ алкоголь (пикронигрозинъ).

Черный анилинъ, имѣющійся въ торговлѣ только въ Англіи подъ именемъ „aniline-blue-black“. Онъ легко растворяется въ водѣ, трудно въ спиртѣ. Sankey, рекомендовавшій эту краску, беретъ ея 0,5 грм. на 1—2 к. с. дистиллированной воды и затѣмъ прибавляетъ 99 к. с. алкоголя.

Особенно рекомендуется черный анилинъ для окрашиванья препаратовъ центральной нервной системы.

Гирке говоритъ, что успѣхъ окрашиванья этимъ веществомъ зависитъ главнымъ образомъ отъ качества его, такъ что Гирке, употребляя купленную въ Германіи краску, не получилъ благоприятныхъ результатовъ.

Метиловая зелень (Methylgrün) введена Calberla и рекомендуется какъ прекрасное окрашивающее средство (особенно для хроматина). Объ ней очень хорошо отзываются многіе авторитетные ученые, какъ напр. Strassburger. Къ сожалѣнію мы не имѣемъ въ этомъ отношеніи значительнаго опыта. Одно только можемъ сказать, что окрашиванье метиловою зеленою не даетъ стойкихъ препаратовъ. Употребляется метиловая зелень въ водныхъ растворахъ, или слабой (1%) уксусной кислотѣ, препараты могутъ быть заключаемы, какъ въ глицеринѣ, такъ и въ бальзамѣ.

Метиловая зелень можетъ употребляться и въ спиртныхъ растворахъ, она не измѣняется отъ уксусной кислоты, но не переноситъ щелочей.

Вмѣсто нея можно брать Іодную зелень (Iodgrün), которую рекомендуетъ Griesbach. Препаратъ пока еще очень дорогой, такъ какъ не производится фабрично. Способъ употребленія тотъ же, что и метиловою зелени, съ которой она принадлежитъ къ одной химической группѣ (спиртовымъ розанилинамъ).

Малахитовая зелень (Malachitgrün) употребляется съ большою пользою при двойныхъ окрашиваньяхъ, какъ фоновая краска, въ водныхъ или спиртныхъ растворахъ, а также въ глицеринѣ (E. van Beneden).

Такимъ образомъ мы взяли достаточный запасъ красящихъ веществъ, хотя и далеко еще не исчерпали того, чѣмъ располагаетъ современная гистологическая



техника. Для удобства въ выборѣ окрашиванья мы расположимъ нашъ матеріалъ въ нѣкоторой, правда не совсѣмъ точной, системѣ. Изъ взятыхъ нами красящихъ веществъ.

Окрашиваютъ ядра.

Карминъ.

Гематоксилинъ.

Сафранинъ.

Далія.

Генціана-фіолетъ (также метиль-фіолетъ).

Везувинъ или бурая краска Висмарка.

Нигрозинъ (также „aniline blue-black“).

Метиловая и іодная зелени.

Окрашиваютъ протоплазму и промежуточные вещества.

Пикриновая кислота.

Еозинъ.

Анилиновая синь.

Индиго-карминъ.

Хинолиновая синь (ціанинъ).

Авраиція.

Малахитовая зелень.

Изъ приведенной таблицы легко видѣть, что существуетъ полная возможность комбинировать различныя краски для т. наз. двойного-окрашиванья. И дѣйствительно, нѣкоторыя изъ такихъ комбинацій не только получили право гражданства, но и пользуются уже вполне заслуженной славой. Приведемъ наиболѣе важныя изъ нихъ.

Карминъ и пикриновая кислота. Двойное окрашиваніе получается или при отдѣльномъ употребленіи каждой краски, или въ формѣ т. наз. пикрокармина (Ранвье). Этотъ послѣдній представляетъ кирпично красный порошокъ и въ дѣйствительности есть особеннымъ образомъ приготовленная, но все же простая смѣсь кармина съ пикриновой кислотой, а не химическое ихъ соединеніе. Существуетъ очень много способовъ приготовленія пикрокармина, изъ которыхъ мы укажемъ только два.

Способъ Ранвье. Берутъ концентрированный растворъ пикриновой кислоты и насыщаютъ его амміачнымъ растворомъ кармина. Затѣмъ все выпариваютъ, помѣшивая по временамъ стеклянной палочкой. Когда четыре пятыхъ объема будетъ удалено выпариваньемъ, жидкость фильтруютъ, при чемъ осадокъ бѣдный карминомъ остается на фильтрѣ и удаляется. Фильтратъ выпариваютъ снова и получаютъ охрокрасный порошокъ пикриново-карминокислаго амміака или пикрокармина. По словамъ Ранвье этотъ послѣдній долженъ совершенно растворяться въ дистиллированной водѣ. На самомъ дѣлѣ этого однако не бываетъ. Мы много разъ пробовали готовить пикрокарминъ описаннымъ образомъ, употребляли при этомъ превосходный ліонскій карминъ и никогда не получали вполне растворимаго въ водѣ пикрокармина. Приготовленный нами пикрокарминъ растворялся въ водѣ съ небольшою примѣсью амміака. То же самое заявлено уже въ печати (Лавдовскій). Считаемо долгомъ замѣтить, что полученный нами растворъ пикрокармина отъ Руссо (въ Парижѣ) тоже содержалъ не большой избытокъ амміака.

Способъ Гойера. Берутъ порошокъ нейтральнаго амміачнаго кармина (см. выше карминъ Гойера) и растворяютъ его въ насыщенномъ растворѣ пикрино-



вокислаго амміака. Полученный растворъ представляетъ всѣ преимущества пикрокармина Ранвье и конечно не разнится отъ него даже по своему составу. Способъ Гойера очень удобенъ и легко выполнимъ, если имѣется запасъ рекомендованнаго имъ нейтральнаго амміачнаго кармина въ порошокѣ.

Гематоксилинъ и пикриновая кислота (Кучинъ) даютъ очень красивую двойную окраску. Необходимо однако помнить, что пикриновая кислота обезцвѣчиваетъ гематоксилиновые препараты, а потому лучше употреблять пикриновую кислоту въ слабыхъ алкогольныхъ растворахъ, которые окрашиваютъ очень быстро и энергично. Особенно удобно употреблять для окрашиванія слабые растворы въ абсолютномъ спиртѣ, потому что окрашенные ими препараты, не требуя дальнѣйшей промывки, могутъ быть заключены въ бальзамъ.

Гематоксилинъ и эозинъ (Высоцкій) даютъ очень красивую окраску. Къ сожалѣнію эозинъ довольно скоро выцвѣтаетъ, если препараты подвергаются дѣйствію свѣта, поэтому такіе препараты лучше сохранять въ темнотѣ.

Двойная окраска можетъ быть достигнута очень удобно послѣдовательнымъ окрашиваніемъ и лучше всего по нашему мнѣнію такъ, какъ совѣтуетъ Martipotti, а именно—препаратъ окрашивается сначала гематоксилиномъ, а затѣмъ (приблизительно  $\frac{1}{4}$  час.) слабымъ растворомъ спиртнаго эозина. Но можно съ успѣхомъ употреблять также

Глицериновый гематоксилинъ-эозинъ Рено. Рено далъ двѣ формулы его приготовленія:

а) Смѣшиваются равныя части нейтральнаго глицерина и насыщеннаго (воднаго или спиртнаго) раствора эозина. Къ этой смѣси прибавляютъ по каплямъ Воешнер'овскаго гематоксилина до тѣхъ поръ, пока останутся лишь слѣды флуоресценціи эозинаго раствора. Полученный такимъ образомъ гематоксилинъ-эозинъ долженъ стоять нѣсколько недѣль въ открытомъ сосудѣ, пока не улетучится весь спиртъ, тогда его фильтруютъ и сохраняютъ въ хорошо закупоренной стеклянкѣ.

б) Сначала эозинъ растворяется до насыщенія въ глицеринѣ, содержащемъ поваренную соль, этотъ растворъ смѣшиваютъ съ глицериномъ, въ которомъ растворены до насыщенія калийные квасцы. Смѣсь фильтруютъ и прибавляютъ спиртнаго раствора гематоксилина.

Карминъ и индигокарминъ (Меркель). Приготавливается два раствора.

1) Карминъ 2 грм., буры 8 грм., воды 128 к. с. (растворъ фильтруется и сохраняется въ закупоренномъ сосудѣ).

2) Индигокарминъ 8 грм., буры 8 грм., воды 128 к. с. (растворъ фильтруется и сохраняется въ закупоренномъ сосудѣ).

Передъ употребленіемъ оба раствора сливаются въ равныхъ объемахъ. Окрашиваніе продолжается 15—20 м. Затѣмъ для фиксированія полученной окраски промываютъ препараты въ насыщенномъ водномъ растворѣ щавелевой кислоты.

Способъ этотъ даетъ превосходные результаты для препаратовъ центральной нервной системы.



Карминъ и синій анилинь (Дюваль). Послѣ карминнаго окрашиванья препаратъ окрашивается въ теченіи нѣсколькихъ минутъ алкогольнымъ растворомъ синяго анилина (10 капель насыщеннаго алкогольнаго раствора анилиновой сини на 10 к. с. абсолютнаго алкоголя). Вмѣсто анилиновой сини можно рекомендовать bleu de Lyon (Шульгинъ).

Сафранинь и анилиновая синь <sup>1)</sup> Garbini. Гарбини приготовляетъ два раствора

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Растворимой въ водѣ анилиновой сини | 1 грм.    |
| Дистиллированной воды                  | 100 к. с. |
| Абсолютнаго алкоголя                   | 1—2 к. с. |
| 2. Сафранинь                           | 0,5 грм.  |
| Дистиллированной воды                  | 100 к. с. |
| Абсолютнаго алкоголя                   | 50 к. с.  |

Препаратъ окрашивается въ теченіи 4 м. первымъ растворомъ, затѣмъ промывается въ водѣ и переносится въ 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ный водный растворъ амміака почти до полного обезцвѣчиванья. Далѣе препаратъ переносится въ 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворъ соляной кислоты на 5—10 м., снова промывается водой и наконецъ окрашивается вторымъ растворомъ въ теченіи 4—5 м., отсюда препаратъ обрабатываютъ абсолютнымъ алкоголемъ и заключаютъ въ бальзамъ.

Способъ, рекомендуемый Кучинымъ, гораздо проще и состоитъ въ слѣдующемъ—препаратъ окрашивается крѣпкимъ спиртнымъ растворомъ сафранина, а затѣмъ воднымъ или спиртнымъ растворомъ (средней крѣпости) анилиновой сини.

Способъ этотъ не только удобнѣе, но по нашему мнѣнію и болѣе правильный, потому что при двойныхъ окраскахъ нужно придерживаться, какъ общаго правила, окрашивать препаратъ сначала веществомъ, окрашивающимъ ядро, а затѣмъ уже веществомъ, окрашивающимъ протоплазму и промежуточные вещества.

Въ гистологической техникѣ, помимо того, что приведено нами, существуетъ еще очень много комбинацій для двойнаго окрашиванія и притомъ самыхъ разнообразныхъ. Различныя красящія вещества комбинировались не только въ томъ направленіи, которое взято нами, т. е. комбинаціи вещества, окрашивающаго ядра, съ фоновой краской, но и въ другихъ направленіяхъ. Такъ напр. существуютъ комбинаціи двухъ красокъ, окрашивающихъ ядра (карминъ и гематоксилинъ), или двухъ фоновыхъ красокъ (пикроозинъ Лавдовскаго) и т. д.

Мы должны отказываться отъ изложенія всѣхъ этихъ комбинацій, такъ какъ для начинающаго это было бы излишнимъ, тѣмъ болѣе, что большинство ихъ было предложено съ какой нибудь спеціальной цѣлью.

<sup>1)</sup> Въ нашей лабораторіи этотъ способъ былъ введенъ пр. Кучинымъ задолго до появленія сообщенія Гарбини. Къ сожалѣнію онъ не былъ въ то время опубликованъ.



Окрашивание въ кускахъ. Иногда бываетъ не только удобно, но и необходимо произвести окрашивание объекта *in toto*, особенно при эмбриологическихъ изслѣдованіяхъ. Для этой цѣли можно употреблять съ большимъ успѣхомъ слѣдующіе растворы:

Борный карминъ Гренахера.

Квасцовый карминъ его же.

Кислый карминъ Брасса.

Везувинъ.

Глицерияновый гематоксилинъ Эрлиха.

Техника окрашивания при этомъ мало измѣняется. Само собою разумѣется, что промываніе должно длиться больше времени и сообразоваться съ величиной и свойствами окрашиваемого объекта. Нужно еще замѣтить, что чѣмъ меньше объектъ и чѣмъ тщательнѣе онъ былъ фиксированъ, тѣмъ больше надежды на хорошій результатъ окрашивания.

Окраска *in toto* гематоксилиномъ по Генденгайну. Небольшіе объекты, уплотненные въ алкоголь (или еще лучше предварительно обработанные пикриновой кислотой) кладутся на 12—24 часа въ  $\frac{1}{3}$ °-ный растворъ гематоксилина въ водѣ, отсюда объектъ переносится въ 0,5°-ный растворъ однохромоксида калия (не двуххромоксида). При этомъ по словамъ Гейденгайна получается красивая окраска ядеръ въ сине-сѣрый цвѣтъ <sup>1)</sup>.

Окрашивание въ кускахъ гематоксилиномъ по способу Костюрина. Для того, чтобы окрашивать объекты *in toto*, Костюринъ поступалъ слѣдующимъ образомъ: кусочки органовъ фиксировались въ рекомендованной мной фиксирующей смѣси, послѣ чего они тщательно промывались водой. Затѣмъ кусочки переносились въ очень слабый растворъ Бёмеровскаго гематоксилина на 1—2 сутки (иногда и болѣе). Наконецъ еще разъ тщательно промывались въ дистиллированной водѣ, уплотнялись и задѣлывались въ парафинъ для разрѣзовъ. Въ результатѣ получается превосходное окрашивание ядеръ въ синій или сине-фіолетовый цвѣтъ.

---

## ИМПРЕГНАЦИИ СЕРЕБРОМЪ, ЗОЛОТОМЪ И ОСМИЕМЪ.

**Серебро** съ цѣлью импрегнаціи употребляется въ гистологической technikѣ главнымъ образомъ въ формѣ азотнокислой соли. Мы обязаны введеніемъ этого драгоценнаго реагента Реклингаузену и Гису.

Азотнокислое серебро, дѣйствуя на свѣжія ткани, вступаетъ съ составными частями ихъ въ химическое соединеніе, точный составъ котораго намъ еще не

---

<sup>1)</sup> Приведенный способъ представляетъ новую модификацію. Прежній способъ, дающій невѣрятную грязно-черную окраску, мы не считаемъ нужнымъ приводить здѣсь, такъ какъ едва ли кто нибудь будетъ употреблять его, имѣя болѣе удобную модификацію, данную самимъ авторомъ.



извѣстенъ. Достоверно только то, что азотнокислое серебро, встрѣчая хлориды, даетъ съ ними хлористое серебро, а послѣднее уже образуетъ сложныя химическія соединенія (альбуминаты).

Въ нѣкоторыхъ отдѣлахъ тканей образовавшіяся химическія соединенія отличаются тѣмъ, что подъ вліяніемъ свѣта легко разлагаются, при чемъ восстанавливается металлическое серебро въ формѣ чернаго осадка. Понятно, что тѣ мѣста ткани, гдѣ расположился осадокъ серебра, представляются окрашенными въ черный или бурый цвѣтъ (смотря по количеству восстановленнаго серебра).

Такія легко восстанавливающіяся соединенія съ серебромъ даютъ т. наз. спайныя или цементныя вещества эпителия и гладкихъ мышцъ и основное вещество соединительной ткани. Пользуясь этимъ изслѣдователи употребляютъ соли серебра, какъ реакцію для открытія спайнаго или основного веществъ.

Азотнокислое серебро употребляется обыкновенно въ слабыхъ растворахъ, а именно  $\frac{1}{8}\%$ ,  $\frac{1}{4}\%$ , рѣдко берутъ сравнительно крѣпкіе растворы ( $\frac{1}{2}\%$ ).

Обработка серебромъ состоитъ въ слѣдующемъ—препаратъ (свѣжей ткани) возможности быстро переносится въ растворъ серебра на нѣсколько времени (обыкновенно достаточно полминуты), затѣмъ тщательно обмывается дистиллированной водой и выставляется на свѣтъ до восстановления (обыкновенно 18--24 ч.).

Раньше совѣтуетъ передъ обработкой серебромъ обмывать препаратъ дистиллированной водой, чтобы удалить бѣлковую жидкость (лимфу), которой смочены всегда живыя ткани. Этотъ приемъ долженъ практиковаться съ большою осторожностью, такъ какъ при этомъ (въ случаѣ обработки эндотелія) клѣтки легко отпадаютъ и препаратъ становится непригоднымъ. Зато въ удачныхъ случаяхъ картины съ предварительной обмывкой препарата являются гораздо чище. вмѣсто воды можно употреблять гораздо болѣе безопасное для нашей цѣли вещество, а именно азотнокислый калий (въ однопроцентномъ растворѣ), которымъ мы и пользуемся всегда при своихъ работахъ.

Азотнокислое серебро далѣе, при очень тщательномъ примѣненіи его, часто даетъ неправильныя осадки серебра, которые портятъ препаратъ, дѣлая его неприятнымъ для наблюденія. Гораздо легче получить чистую, безукоризненную обработку серебромъ, употребляя вмѣсто азотнокислаго серебра другія соли его, какъ это дѣлалъ Алферовъ, напр. пикриновокислое, лимоннокислое серебро и др.

Кромѣ того Гойеръ рекомендуетъ вмѣсто азотнокислаго серебра брать его двойное соединеніе съ амміакомъ. Это соединеніе почти исключительно окрашиваетъ спайное вещество между эпителиальными клѣтками и потому особенно удобно для инъекцій съ цѣлью обнаружить клѣточный составъ кровеносныхъ или лимфатическихъ капилляровъ.

Рекомендуемое Гойеромъ соединеніе можно получить слѣдующимъ образомъ: къ раствору азотнокислаго серебра прибавляется по каплямъ разведенный водою амміакъ; при этомъ образуется желто-сѣрая муть, растворяющаяся при дальнѣйшемъ прибавленіи амміака; затѣмъ прибавляютъ дистиллированной воды, рассчитывая такъ, чтобы жидкость имѣла желаемый процентъ серебрянной соли. Гойеръ



даетъ слѣдующій примѣръ—къ 20 к. с. 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-наго раствора азотнокислаго серебра прибавляютъ, какъ сказано, разбавленный растворъ амміака, и затѣмъ разводятъ жидкость 150—200 к. с. дистиллированной воды. Въ такомъ случаѣ жидкость имѣетъ 0,75—0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> соли серебра.

Говоря вообще, при обработкѣ препаратовъ солями серебра рассчитываютъ на окрашиваніе основного или спайнаго веществъ, при чемъ тканевые элементы должны остаться безцвѣтными—это т. наз. негативныя изображенія. Однако въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ возможно получить совершенно обратныя изображенія позитивныя, когда элементы ткани окрашиваются солями серебра, а основное и спайное вещества остаются безцвѣтными. Такія позитивныя изображенія получаютъ, если препаратъ долго подвергался дѣйствию серебра или послѣ обработки негативныхъ изображеній поваренной солью. Препараты, такъ или иначе обработанные серебромъ, могутъ быть окрашены карминомъ или гематоксилиномъ, изслѣдованіе производится въ глицеринѣ или бальзамѣ. Необходимо помнить, что кислоты вымываютъ серебро изъ препарата. Поэтому кислые растворы кармина должно примѣнять съ нѣкоторой осторожностью.

Въ заключеніе мы прибавимъ еще одинъ методъ обработки серебромъ, рекомендованный Гольджи для окрашиванія клѣтокъ центральной нервной системы. Кусочки совершенно свѣжаго мозга уплотняются въ двухромекисломъ калиѣ, на что требуется времени отъ двухъ недѣль до мѣсяца. Послѣ этого кусочки или лучше разрѣзы мозга переносятся въ растворъ азотнокислаго серебра ( $\frac{1}{2}$ —1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) на 2—3 дня. Затѣмъ препараты задѣлываются въ бальзамъ и выставляются на свѣтъ для редукціи. Послѣдняя наступаетъ подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта втеченіи 7—8 дней, при разсѣянномъ же свѣтѣ для этого необходимо время гораздо большее (отъ 20 до 40 дней). На препаратахъ, обработанныхъ по методу Гольджи, нервныя клѣтки и ихъ отростки становятся совершенно черными.

**Осмиевая кислота.** Мы говорили уже о ней выше, какъ о фиксирующемъ средствѣ. Намъ остается теперь сообщить о способахъ употребленія ея съ цѣлью импрегнаціи.

Мах. Schultze и Рудневъ первые подмѣтили, что осмиевая кислота окрашиваетъ жиръ и міэлиновое вещество нервныхъ волоконъ въ черный цвѣтъ. Это явленіе объясняется тѣмъ, что жиръ и всѣ богатыя имъ вещества, а слѣдовательно и міэлинъ, быстро возстановляютъ металлическій осмій въ формѣ чернаго порошка, который и придаетъ этимъ веществамъ черную окраску. Въ настоящее время осмиевая кислота употребляется уже какъ реагентъ для открытія въ тканяхъ жира и міэлиновыхъ нервовъ. Съ цѣлью импрегнаціи осмиевая кислота употребляется въ различной концентраціи до 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, но лучше, если ея не доводить до такой крѣпости и вышшимъ растворомъ для гистологическихъ цѣлей считать 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворъ. Необходимо замѣтить, что осмиевая кислота имѣетъ одинъ очень существенный недостатокъ, который сильно затрудняетъ пользованіе ею. Онъ состоитъ въ томъ, что осмиевая кислота, соприкасаясь съ тканью и быстро измѣняя ее, дѣлаетъ ткань непроницаемой даже для самой себя. Вслѣд-



ствіе этого объекты даже сравнительно очень небольшіе не пропитываются ею, и центральныя части ихъ въ большинствѣ случаевъ бываютъ негодны для изслѣдованія.

Имѣя это въ виду, при работѣ съ осміевою кислотой берутся кусочки объекта минимальной величины, съ которыми иногда бываетъ очень трудно манипулировать.

Объекты, пробывшіе въ растворѣ осміевою кислоты, особенно въ крѣпкихъ растворахъ ея (1—2<sup>0</sup>/о), достаточно оплотнѣваютъ, по крайней мѣрѣ настолько, что изъ нихъ возможно дѣлать разрѣзы острой бритвой. Если же объекты будутъ еще недостаточной плотности, то ихъ переносятъ въ спиртъ. По нашему мнѣнію крѣпость этого послѣдняго для уплотненія осміевыхъ препаратовъ не должна превышать 85<sup>0</sup>. Въ крѣпкомъ алкоголѣ (96<sup>0</sup>) объекты, обработанные осміевою кислотой, становятся хрупкими и такимъ образомъ негодными для изслѣдованія.

Существуетъ нѣсколько способовъ употребленія осміевою кислоты съ цѣлю импрегнаціи.

а) Общепринятый способъ состоитъ въ томъ, что маленькіе кусочки свѣжаго объекта кладутся въ растворъ осміевою кислоты (отъ 1/2<sup>0</sup>/о до 2<sup>0</sup>/о). Черезъ извѣстный промежутокъ времени, зависящій главнымъ образомъ отъ плотности объекта и концентраціи взятаго раствора, изъ почернѣвшаго объекта дѣлаютъ препаратъ или переносятъ для дальнѣйшаго уплотненія въ алкоголь.

б) Мы уже говорили, что при такомъ способѣ употребленія осміевою кислоты *per se* приходится считаться съ очень существенными неудобствами, и главнымъ образомъ съ тѣмъ, что осміевая кислота трудно пропитываетъ объекты. Чтобы до нѣкоторой степени избавиться отъ такого недостатка и облегчить доступъ осміевою кислоты въ глубь обрабатываемаго объекта, этотъ послѣдній можно предварительно пропитать слабой муравьиной кислотой (1/4—1/2<sup>0</sup>/о). Когда кусочекъ положенный въ кислоту сдѣлается прозрачнымъ, его подвергаютъ уже дѣйствию осміевою кислоты, которую мы употребляемъ не свыше 1/4<sup>0</sup>/о.

При такомъ примѣненіи осміевою кислоты дѣйствіе ея происходитъ гораздо медленнѣе и для полной редукиціи необходимо бываетъ держать объектъ въ растворѣ осміевою кислоты не менѣе 24 часовъ, а часто даже 48 и болѣе (до нѣсколькихъ дней). За то результаты вполне выкупаютъ затраченное время. Объекты, обработанные такимъ образомъ, никогда не бываютъ ломкими, и окрашивание нервныхъ элементовъ получается болѣе дифферентное, нежели при употребленіи осміевою кислоты *per se*. Считаемо долгомъ замѣтить, что обработанные этимъ способомъ объекты не должны быть переносимы въ крѣпкій алкоголь, а въ случаѣ недостаточной плотности ихъ для разрѣзовъ, уплотненіе можетъ быть окончено въ 85<sup>0</sup> спиртѣ, подкисленномъ муравьиной кислотой.

Вмѣсто муравьиной кислоты съ цѣлю избѣжать недостатковъ употребленія осміевою кислоты *per se* брались и другія кислоты — уксусная (Цыбульскій), мышьяковистая (Каттанео) <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Превосходные препараты д-ра Каттанео, полученные изъ осміевою кислоты съ предварительной обработкой мышьяковистой кислоты, мы имѣли случай видѣть въ Берлинскомъ анатомическомъ институтѣ.



с) Наконецъ недавно опубликованъ способъ употребленія осміевой кислоты въ растворѣ уксуноукислаго или азотнокислаго урана (Колосовъ), который даетъ также превосходные результаты. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Приготавливается 0,5% растворъ осміевой кислоты въ 2% или 3% растворѣ азотнокислаго урана. Въмѣсто послѣдняго можно брать уксуноукислый уранъ. Выгоды однако отъ этого никакой не получается.

Приготовленная такимъ образомъ смѣсь очень легко проникаетъ даже въ сравнительно большіе кусочки органовъ (напр. языкъ лягушки, разрѣзанный на 2—3 части). Крімъ этого смѣсь, рекомендуемая Колосовымъ, имѣетъ еще два преимущества, а именно: 1) кусочки органовъ могутъ находиться въ смѣси болѣе или менѣе продолжительное время (16, 24, 48 часовъ), смотря по тому, на сколько интенсивное окрашиваніе желательно получить, и все таки не перекрашиваются и не дѣлаются ломкими; и 2) азотнокислый уранъ самъ по себѣ очень легко диффундируетъ и притомъ хорошо фиксируетъ тканевые элементы.

При употребленіи смѣси Колосова достигается очень чистое окрашиваніе мякотныхъ нервныхъ волоконъ въ почти черный цвѣтъ. Смѣсь удаляется изъ кусочковъ промываніемъ въ смѣси глицерина и воды въ равныхъ объемахъ, послѣ чего объекты уплотняются по общимъ способамъ.

Вмѣсто осміевой кислоты Овсянниковъ рекомендовалъ амміачное соединеніе осміевой кислоты (въ растворѣ 1:1000). По словамъ Овсянникова это соединеніе имѣетъ всѣ преимущества осміевой кислоты и не оказываетъ вреднаго вліянія для дыханія. Реагентъ этотъ вообще употребляется мало.

**Хлористое золото** можетъ быть употребляемо въ тѣхъ же случаяхъ, какъ и осміевая кислота, такъ какъ золото, возстановляясь въ формѣ порошка въ жирахъ и вообще богатыхъ жиромъ веществахъ (міэлинъ), окрашиваетъ ихъ, но не чернымъ, какъ осміевая кислота, а фіолетовымъ цвѣтомъ. Однако хлористое золото имѣетъ гораздо большее значеніе, потому что оно сильно импрегнируетъ вообще нервное вещество, а слѣдовательно и нервныя клѣтки и осевые цилиндры нервныхъ волоконъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и тончайшія нервныя нити, которыми нервныя волокна могутъ оканчиваться на периферіи. Всѣ эти образованія окрашиваются темнофіолетовымъ (почти чернымъ) цвѣтомъ.

Хлористое золото было введено Конгеймомъ (1866). Онъ же далъ и способъ его употребленія, который и до сихъ поръ можетъ считаться лучшимъ для нервныхъ окончаній въ роговой оболочкѣ, кожѣ и концевыхъ нервныхъ аппаратахъ.

Способъ Конгейма. Кусочки свѣжей ткани кладутся на нѣсколько минутъ (до соломеннаго желтаго окрашиванія) въ 0,5% растворъ хлористаго золота, затѣмъ слегка смываются дистиллированной водой, и наконецъ переносятся въ воду, подкисленную уксуной кислотой. Возстановленіе происходитъ подъ вліяніемъ свѣта втеченіи различнаго времени отъ нѣсколькихъ часовъ до нѣсколькихъ дней.

Способъ Вастіана, представляющій лишь видоизмѣненіе предыдущаго, состоитъ въ слѣдующемъ—кусочки свѣжей ткани пропитываются слабымъ раство-



ромъ хлористаго золота (1:2000), подкисленнымъ соляной кислотой (1 капля на 75 к. с.). Возстановленіе въ смѣси равныхъ объемовъ муравьиной кислоты и воды.

Возстановленіе позолоченныхъ объектовъ съ большимъ успѣхомъ можно производить въ жидкости, рекомендованной Колосовымъ, представляющей слѣдующій составъ: 2,5 к. с. пропионовой кислоты, 5—6 капель молочной кислоты и 250 к. с. дистиллированной воды.

Способъ Лёвита. Онъ можетъ служить основнымъ способомъ для изученія нервныхъ окончаній въ мышцахъ и состоитъ въ слѣдующемъ—кусочки свѣжихъ объектовъ кладутся въ смѣсь муравьиной кислоты и воды (1 ч. acid. form. и 2 ч. воды) до тѣхъ поръ, пока объекты не сдѣлаются совершенно прозрачными. Это происходитъ втеченіи нѣсколькихъ минутъ. Затѣмъ объекты переносятся въ растворъ хлористаго золота (1—1½‰); далѣе, смывши въ кусочкахъ излишекъ золота дистиллированной водой (пріемъ впрочемъ не необходимый), переносятъ объекты въ смѣсь муравьиной кислоты и воды (1 ч. кислоты на 3 ч. воды) на 24 часа, и наконецъ въ чистую муравьиную кислоту тоже на 24 часа. Обработка золотомъ и процессъ возстановленія идутъ въ темнотѣ.

Способы Ранвье. а) Одинъ изъ нихъ представляетъ лишь модификацію способа Конгейма и состоитъ въ слѣдующемъ: кусочки свѣжаго объекта кладутся въ смѣсь 4 ч. 1‰-наго раствора хлористаго золота и 1 ч. муравьиной кислоты. Смѣсь эта должна предварительно быть прокипяченной, а затѣмъ охлажденной. При этихъ условіяхъ по мнѣнію Ранвье золото получаетъ большую способность возстановляться.

Если объекты пролежали въ упомянутой смѣси извѣстное время (для кожи напр. около часа), то переносятся для возстановленія въ воду, подкисленную уксусной кислотой; редукція идетъ подъ вліяніемъ свѣта.

б) Второй способъ Ранвье состоитъ въ слѣдующемъ—кусочки свѣжаго объекта кладутся въ свѣжевыжатый и профильтрованный черезъ фланель лимонный сокъ. Когда они сдѣлаются прозрачными, ихъ слегка промываютъ дистиллированной водой и переносятъ въ 1‰-ный растворъ хлористаго золота (минутъ на 20), послѣ чего можно также слегка промыть объекты водой.

Возстановленіе идетъ или въ водѣ, подкисленной уксусной кислотой (подъ вліяніемъ свѣта), или въ муравьиной кислотѣ (1 ч. кислоты, 3 ч. воды), (въ темнотѣ). Только что описанный способъ Ранвье заслуживаетъ особеннаго вниманія. Мы много разъ пользовались имъ и всегда съ большимъ успѣхомъ.

До сихъ поръ мы брали методъ обработки хлористымъ золотомъ свѣжихъ объектовъ. Существуютъ однако методы импрегнаціи золотомъ и для фиксированныхъ объектовъ. Между ними безусловно первое мѣсто занимаетъ.

Способъ Герлаха, рекомендованный для разрѣзовъ спинного мозга. По отзыву Гирке этотъ способъ для изученія тончайшихъ нервныхъ нитей въ спинномъ мозгу не имѣетъ себѣ равнаго. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Разрѣзы изъ органа, уплотненнаго въ двухромекисломъ калиѣ (2‰), кладутся въ растворъ двойной соли хлористаго золота и калия (aurum chloratum et ka-



ium) 1:10000, подкисленный слегка соляной кислотой. Когда, по прошествии нѣсколькихъ часовъ (10—12), разрѣзы примуть синеватое окрашиваніе, ихъ тщательно промываютъ въ дистиллированной водѣ, слегка подкисленной соляной кислотой (на 2000—3000 к. с. воды 1 ч. крѣпкой соляной кислоты). Затѣмъ разрѣзы переносятся въ 60° спиртъ, также подкисленный соляной кислотой (1:1000).

Способъ Муженкова <sup>1)</sup>. Кусочки объекта (не больше  $\frac{1}{4}$  сант.) кладутся въ 2° растворъ двухромокислаго амміака (или 2° растворъ двухромокислаго калия), гдѣ они остаются различное время (до 60 дней). Однако лучшіе препараты получаются въ томъ случаѣ, если объекты подвергались дѣйствию двухромокислаго амміака (или калия) но болѣе 30 дней. Затѣмъ кусочки изслѣдуемаго объекта тщательно промываются водой и погружаются въ свѣжевыжатый лимонный сокъ или 20° растворъ муравьиной кислоты, гдѣ и остаются до полного просвѣтленія, которое обыкновенно наступаетъ втеченіи 15—20 мин. Затѣмъ, объекты, промытые дистиллированной водой, переносятся въ 0,5° растворъ золота или двойной соли хлористаго золота и калия приблизительно на  $\frac{1}{2}$  часа. Для редукиіи кусочки кладутся въ воду, подкисленную уксусной кислотой, и сохраняются въ темнотѣ.

Способъ Колосова. Способъ этотъ рекомендуется главнымъ образомъ для золоченія соединительнотканевыхъ образований и состоитъ въ слѣдующемъ: свѣжіе объекты пропитываются втеченіи 2—3 или нѣсколькихъ часовъ 1° растворомъ хлористаго золота, подкисленнымъ соляной кислотой (100:1). Затѣмъ слегка промываются дистиллированной водой и помѣщаются для редукиіи въ очень слабый растворъ хромовой кислоты ( $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{100}$  процента) на 2—3 дня. Редукиія идетъ въ темнотѣ.

Комбинированный способъ обработки хлористымъ золотомъ и осміевою кислотой, впервые рекомендованный Ranvier. Мы приводимъ здѣсь болѣе точно описанный способъ Maus'a предложенный для нервныхъ развѣтвленій въ мышцахъ. Maus рекомендуетъ двѣ модификаціи своего способа

1) Тонкія и нѣжныя мышцы кладутся въ слѣдующую смѣсь:

- а)  $\frac{1}{2}$ ° раствора двойной соли  
хлористаго золота и калия 1,0 гр.  
2° раствора осміевои кисл. 1,0 „  
воды 20,0 „

Въ этой смѣси мышцы остаются до тѣхъ поръ, пока не обозначутся древо-видныя развѣтвленія нервовъ, и затѣмъ переносятся въ другую смѣсь

- б) Глицерина 40,0 гр.  
Воды 20,0 „  
Соляной кислоты (25°) 1,0 „

<sup>1)</sup> Приготовленные по этому способу превосходные препараты д-ра Муженкова, работавшаго въ гистологической лабораторіи Харьковскаго университета, мы имѣли возможность видѣть, а вмѣстѣ съ тѣмъ и имѣли случай убѣдиться въ пригодности описываемаго метода.



Въ этой смѣси мышцы остаются втеченіи дня.

2) Болѣе толстыя мышцы обрабатываются предварительно втеченіи 12 ч. 2<sup>o</sup>/о-ной уксусной кислотой, а затѣмъ слѣдующею смѣсью, которая должна быть приготовлена *ex tempore*,

1/2 <sup>o</sup> /о раствора двойной соли хлористаго золота и калия	1,0 гр.
2 <sup>o</sup> /о раствора осміевои кислоты	1,0 "
2 <sup>o</sup> /о " уксусной "	50,0 "

Здѣсь мышцы остаются 2—3 часа и переносятся въ приведенную выше смѣсь б) на нѣсколько часовъ.

Въ заключеніе прибавимъ, что къ методамъ импрегнаціи золотомъ вполне применимъ принципъ Бѣтхеръ-Германовскаго окрашиванія. Препараты могутъ быть, какъ говорятъ, перезолочены и затѣмъ до извѣстной степени обезцвѣчены растворомъ ціанистаго калия (0,5—1<sup>o</sup>/о).

Не смотря на то, что въ настоящее время мы имѣемъ очень много способовъ обработки хлористымъ золотомъ, далеко не всегда получаютъ вполне удачныя результаты. Всякій работавшій съ этимъ реагентомъ хорошо знаетъ, какъ легко потерпѣть полную неудачу и какъ неудовимы бываютъ причины этихъ неудачъ. Безъ сомнѣнія это во многомъ зависитъ оттого, что намъ еще мало извѣстны условія, при которыхъ наступаетъ наилучшая импрегнація. На нѣкоторыя изъ этихъ условій впрочемъ мы уже можемъ указать.

а) Вліяніе свѣта несомнѣнно имѣетъ очень важное значеніе. Это мы можемъ съ положительностью заключить уже изъ того, что характеръ окрашиванія подъ вліяніемъ свѣта совершенно иной, нежели при восстановленіи въ темнотѣ. Еще болѣе за вліяніе свѣта говоритъ то обстоятельство, что въ темнотѣ восстановленіе идетъ гораздо медленнѣе, нежели въ томъ случаѣ, когда объекты подвергались при восстановленіи дѣйствию свѣта.

б) Теплота. Вліяніе повышенной температуры также не подлежитъ никакому сомнѣнію. Извѣстно, что при подогрѣваніи редукція сильно ускоряется и даже возможно произвести полное восстановленіе втеченіи короткаго времени.

Пока намъ извѣстны только эти два важныхъ фактора, вліяющіе на успѣхъ метода импрегнаціи золотомъ. Быть можетъ и еще много обстоятельствъ, какъ напр. отношеніе количества восстанавливающаго реагента къ объему препарата, степень кислотности его и т. п., имѣютъ также не маловажное значеніе, но выясненіе этихъ вопросовъ принадлежитъ еще будущему.

## МЕТОДЪ ИНЪЕКЦИИ.

Мы опишемъ способъ инъекцій по возможности кратко, потому что здѣсь подробное описаніе едва ли можетъ принести большую пользу. Это будетъ ясно,



если мы взглянемъ на то, что вообще вліяетъ на успѣхъ этого метода. Здѣсь на первомъ планѣ стоитъ личность самого экспериментатора — его опытность и знанія, находчивость и хладнокровіе болѣе всего отражаются на успѣхѣ дѣла. Но помимо этого при инъекціяхъ часто приходится имѣть дѣло еще съ цѣлой массой поистинѣ мелочныхъ неудачъ, которыя тѣмъ не менѣе приносятъ въ общемъ много вреда. Вотъ почему, не смотря на крайнюю простоту метода инъекцірованія, хорошія инъекціи составляютъ тѣмъ не менѣе большую рѣдкость.

Аппараты для инъекцій. Если инъекцируемый органъ невеликъ, то лучше всего производить инъекцію при помощи шприца. Если же приходится инъцировать цѣлое и при томъ порядочной величины животное, то можно съ большимъ успѣхомъ пользоваться слѣдующимъ простымъ приборомъ — инъекціонная масса наливается въ стеклянную банку съ широкимъ горломъ, которая закрывается резиновой пробкой. Черезъ эту послѣднюю проходятъ двѣ трубки — одна длинная, достигающая до дна банки, другая короткая, не доходящая до уровня инъекціонной массы. Первая посредствомъ каучуковой трубки и канюли соединяется съ кровеноснымъ сосудомъ, вторая же съ ричардсоновскимъ баллономъ. Нагнетая воздухъ этимъ послѣднимъ, мы можемъ прогнать черезъ сосуды любое количество инъекціонной массы. При своихъ работахъ мы большей частью пользуемся этимъ простымъ и въ высшей степени удобнымъ снарядомъ.

Для инъекцій съ постояннымъ давленіемъ могутъ служить ртутные инъекціонные аппараты. Ихъ довольно много. Мы можемъ рекомендовать ртутный приборъ Ранвье.

Наконецъ съ цѣлью инъцированія лимфатическихъ сосудовъ методомъ укола употребляется тонкій т. наз. правацовскій шприць (употребляющійся въ медицинѣ для подкожныхъ впрыскиваній).

Необходимые инструменты. При инъекціяхъ необходимо имѣть кромѣ инструментовъ для вскрытія и препаровки а) острия (прямая и кривая) ножницы, б) 2—3 пинцета (желательно имѣть одинъ изогнутый), в) иглы для прочищенія канюли, г) хорошія навощенные лигатуры и е) значительный запасъ канюль различнаго калибра (стеклянныхъ или металлическихъ).

Въ общемъ мы должны замѣтить, что при инъекціяхъ нужно имѣть строго опредѣленный планъ и только то, что необходимо для его выполненія. Всякія лишнія вещи положительно вредны.

Кромѣ того при производствѣ инъекціи желательно имѣть хорошаго помощника, но если ихъ много, то при всѣхъ достоинствахъ ихъ дѣло можетъ не удался.

Инъекціонныя массы готовятся различно. Онѣ могутъ представлять смѣсь красящаго вещества съ водой или съ разведеннымъ глицериномъ, это т. наз. холодныя массы, употребляемая сравнительно рѣдко. Гораздо чаще употребляются массы, въ которыхъ растворъ красящаго вещества смѣшивается съ растворомъ клея (желатины). Такія массы застываютъ при обыкновенной температурѣ, а слѣд. при употребленіи должна быть разогрѣта, это т. наз. горячія или клеевыя (желатиновыя) массы.



Кромѣ того инъекціонныя массы могутъ быть прозрачныя или непрозрачныя. Первыя назначаются для изслѣдованія въ проходящемъ свѣтѣ, вторыя— при падающемъ.

**Прозрачныя массы.** Мы думаемъ, что при лабораторныхъ занятіяхъ безъ какихъ либо исключительныхъ цѣлей возможно довольствоваться двумя массами— синяго и краснаго цвѣта. Изъ большого количества существующихъ массъ мы можемъ рекомендовать слѣдующія клеевыя массы:

а) Красная масса (Кучинъ и Алферовъ). Берутъ 240 к. с. амміачнаго раствора кармина (карминъ *ad libitum*) и подогреваютъ ее слегка до исчезанія амміачнаго запаха. Затѣмъ прибавляютъ 15 грм. хорошо промытой желатины. Подогреваніе продолжается до полного растворенія этой послѣдней. Теперь окончательно нейтрализуютъ массу, приливая при постоянномъ помѣшиваніи стеклянной палочкой сильно разбавленную молочную кислоту.

Красная масса Ranvier. Въ стеклянный сосудъ бросается карминъ въ кускахъ и прибавляется небольшое количество дистиллированной воды (только ради смягчиванія). Затѣмъ на другой день по каплямъ приливается амміакъ до полного растворенія кармина. Этотъ растворъ наливаютъ въ растворъ желатины до желаемаго цвѣта. Далѣе масса должна быть нейтрализована. Съ этой цѣлью берутъ разбавленную кислоту и прибавляютъ къ массѣ по каплямъ до появленія первыхъ слѣдовъ осадка, при чемъ постоянно помѣшиваютъ ее стеклянной палочкой. Масса фильтруется черезъ фланель и тогда употребляется въ дѣло.

Какъ справедливо замѣчаетъ Ранвье, весь успѣхъ приготовленія карминной массы зависитъ вообще отъ умѣнья подмѣтить моментъ полной нейтрализаціи, для чего нѣтъ положительныхъ указаній, кромѣ очень неточнаго признака, именно исчезанія амміачнаго запаха.

Если къ приготовленной массѣ будетъ прибавленъ избытокъ кислоты, что замѣтно по рѣзкому измѣненію цвѣта (она становится кирпично-красной), то появляется обильный осадокъ кармина и такая масса для инъекцій совершенно непригодна.

Синяя масса. Берутъ т. наз. растворимую берлинскую лазурь, изъ которой готовятъ растворъ желаемой концентраціи. Этотъ растворъ затѣмъ смѣшивается съ опредѣленнымъ количествомъ клея и масса готова. Мы должны однако оговориться. На дѣлѣ приготовленіе хорошей синей массы довольно затруднительно. Дѣло въ томъ, что при слияніи раствора лазури съ растворомъ клея (желатины) тотчасъ же образуются синія хлопья, которыя совершенно нерастворимы даже при значительномъ нагреваніи. Такая масса разумѣется является совершенно негодной.

Гойеръ сравнительно недавно далъ способъ, позволяющій избавиться отъ этого неудобства. Способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ—небольшое количество горячаго сильно разведеннаго раствора лазури смѣшивается съ небольшимъ количествомъ желатины, и затѣмъ приливается осторожно ко всей массѣ клея на



значеннаго для массы и также нагрѣтаго. Только послѣ этого можно осторожно (при постоянномъ помѣшиваніи) прибавлять горячій растворъ берлинской лазури до желаемаго окрашиванія.

Въ настоящее время растворимая берлинская лазурь почти повсемѣстно находится въ продажѣ и въ лабораторіяхъ всегда имѣется запасъ ея, тѣмъ не менѣе считаемъ не лишнимъ сообщить здѣсь способъ приготовленія растворимой берлинской лазури.

Намъ всегда удавался способъ, рекомендуемый Ранвье. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Концентрированный растворъ сѣрнокислой перекиси желѣза приливается къ концентрированному раствору желтой кровяной соли (желѣзистосинеродистаго калия), при чемъ образуется обильный осадокъ нерастворимой берлинской лазури. Необходимо замѣтить, что въ концѣ операціи долженъ остаться избытокъ желтой кровяной соли, только въ такомъ случаѣ можно рассчитывать на успѣхъ.

Теперь всю массу осадка кладутъ на войлочный фильтръ, подѣ которымъ располагаютъ обыкновенный фильтръ изъ пропускной бумаги.

Сначала черезъ войлокъ просачивается только растворъ желтой соли, а затѣмъ и часть берлинской лазури, но эта послѣдняя еще не проходитъ черезъ бумажный фильтръ. Черезъ нѣсколько дней, постепенно промывая осадокъ на войлочномъ фильтрѣ дистиллированной водой, мы замѣчаемъ, что фильтрующаяся синяя жидкость проходитъ уже и черезъ бумажный фильтръ. Это показываетъ, что берлинская лазурь сдѣлалась растворимой. Теперь весь осадокъ на войлочномъ фильтрѣ собираютъ и, прибавивши достаточное количество воды, растворяютъ или же высушиваютъ и сохраняютъ въ сухомъ видѣ, растворяя по мѣрѣ надобности.

Берлинская лазурь при всѣхъ своихъ безспорныхъ преимуществахъ обладаетъ однако и значительнымъ недостаткомъ, а именно: а) обезцвѣчивается и довольно быстро при инъекціяхъ совершенно свѣжихъ (еще живыхъ) органовъ, и б) если бы этого не случилось, то теряетъ свой цвѣтъ современемъ въ готовыхъ препаратахъ. Чѣмъ объясняется такая потеря цвѣта трудно сказать. Быть можетъ живыя ткани отнимаютъ часть кислорода и такимъ образомъ вызываютъ потерю цвѣта.

Впрочемъ цвѣтъ берлинской лазури восстанавливается при обработкѣ разрѣзовъ полугорхлористымъ желѣзомъ, азотной кислотой, гвоздичнымъ и терпентиннымъ масломъ. Особенно хорошо дѣйствуетъ старое озонированное терпентинное масло.

Холодно-жидкія массы, какъ мы сказали выше, употребляются вообще менѣе часто. Ихъ приготовленіе не такъ хлопотливо, но за то и результаты не могутъ быть сравнимаемы съ хорошей клеевой инъекціей.

Для приготовленія синей массы берутъ растворъ берлинской лазури желаемой крѣпости и прибавляютъ равный объемъ густого глицерина. Впрочемъ водный растворъ берлинской лазури и самъ по себѣ можетъ служить инъекціонной массой.



Для получения красной холодной массы Гейеръ рекомендуетъ слѣдующій способъ:

Берутъ 100 к. с. насыщеннаго раствора нейтральнаго амміачнаго кармина <sup>1)</sup> смѣшиваютъ его съ 50 к. с. густого глицерина. Къ этой смѣси прибавляютъ затѣмъ еще 50 к. с. глицерина, подкисленнаго 0,5 к. с. концентрированной уксусной кислоты и 25 к. с. крѣпкаго спирта.

**Непрозрачныя массы.** Изъ нихъ мы можемъ особенно рекомендовать одну, а именно насыщенный растворъ шеллака въ спиртѣ.

Прибавляя къ нему киновари или берлинской лазури (нерастворимой) мы можемъ получить красную и синюю массы, что необходимо только для двойныхъ инъекцій.

Непрозрачныя массы въ настоящее время употребляются почти исключительно для приготовления т. наз. коррозіонныхъ препаратовъ.

Здѣсь же между прочимъ скажемъ нѣсколько словъ объ этихъ послѣднихъ, такъ какъ они безусловно достойны нашего полнаго вниманія.

Наполнивши кровеносные сосуды или какіе либо другіе каналы того или другого органа, мы можемъ разрушить собственную ткань этого послѣдняго, такую жидкостью, которая не разрушаетъ инъекціонной массы. Въ такомъ случаѣ мы получаемъ слѣпки сосудовъ того или другаго органа. Такіе препараты, гдѣ развѣдающими (коррозирующими) жидкостями уничтожена собственно ткань органа, носятъ названіе коррозіонныхъ препаратовъ.

Въ прежнее время для вытравленія ткани употреблялись крѣпкія кислоты, употребленіе которыхъ теперь едва ли необходимо, такъ какъ можно пользоваться гораздо болѣе безопаснымъ реагентомъ, именно растворомъ хлорноватисто-кислаго кали или т. наз. жавелевой водой (eau de Javelle), введенной въ гистологию Альтманомъ.

Кромѣ массы изъ шеллака можно употреблять еще нѣкоторыя другія, напр., растворъ целлоидина съ примѣсью нерастворимой краски (Шиффердеккеръ).

**Инъекціи азотнокислымъ серебромъ.** употребляются для демонстраціи строенія капиллярныхъ сосудовъ. Самый лучший изъ практикуемыхъ способовъ состоитъ въ слѣдующемъ — сосуды органа промываются сначала теплымъ растворомъ азотнокислаго кали или натра. Затѣмъ инъцируются растворомъ азотнокислаго серебра, въ концентраціи не выше 1/5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, и наконецъ сосуды растягиваются теплымъ растворомъ чистой желатины. Послѣ этого органъ оставляютъ на нѣкоторое время для редукаціи подъ вліяніемъ свѣта.

Вмѣсто азотнокислаго серебра гораздо лучше употреблять рекомендуемое Гейеромъ двойное соединеніе его съ амміакомъ. Выше въ главѣ о методѣ инъпренаціи мы привели и растворъ, указанный Гейеромъ для этой цѣли.

**Способъ физиологической инъекціи Хржонщевскаго.** Впрыскивая въ кровь животнаго (черезъ вены) т. наз. индигокарминъ (индиговосѣрноокислый натръ),

<sup>1)</sup> Гейеръ даетъ для его получения слѣдующія количества — 10 грм. кармина, 60 — 80 к. с. воды, 10 — 20 к. с. амміака. Растворъ кипятится до испаренія избытка щелочи, охлаждается и фильтруется.



Хржонцевскій замѣтилъ, что онъ выдѣляется черезъ выводные протоки железъ, главнымъ образомъ почекъ и печени. Этимъ фактомъ онъ воспользовался для физиологической (не искусственной) инъекціи этихъ протоковъ. Инъекціи производятся слѣдующимъ образомъ:

Животному выпрыскивается въ нѣсколько приѣмовъ (черезъ полчаса каждый) опредѣленное количество насыщеннаго воднаго раствора индиговосѣрнокислаго натра <sup>1)</sup>. По прошествіи нѣкотораго времени перевязываютъ выводные протоки слѣд. мочеточники для почки, желчные протоки для печени) и погружаютъ органъ въ крѣпкій алкоголь, причемъ индигокарминъ осаждается въ формѣ мелкаго порошка. Для того, чтобы скорѣе и вѣрнѣе достигъ этой послѣдней цѣли Хржонцевскій инъцировалъ кровеносные сосуды растворомъ хлористаго калия (1%) и затѣмъ переносилъ органъ въ абсолютный алкоголь. Гейденгайнъ для этой же цѣли производилъ инъекціи сосудовъ прямо безводнымъ алкоголемъ и въ немъ же уплотнялъ изслѣдуемый органъ.

Для физиологическихъ инъекцій брались и другія вещества, напримѣръ нейтральный амміачный карминъ (Хржонцевскій, Афанасьевъ). Способъ этотъ примѣнялся не только для изученія выводныхъ протоковъ железъ, но и для нѣкоторыхъ другихъ цѣлей. Такъ Афанасьевъ выпрыскивалъ амміачный карминъ въ полость плевры и брюшины для изученія начала лимфатическихъ сосудовъ. Однако, вообще говоря, въ высокой степени интересный методъ Хржонцевскаго не нашелъ въ гистологіи большого примѣненія.

## ИЗСЛѢДОВАНИЕ ЖИВЫХЪ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

Мы уже говорили выше, что изслѣдованіе объектовъ въ неизмѣненномъ видѣ, безъ обработки ихъ фиксирующими веществами, было бы наиболѣе желательной формой изслѣдованія. Къ сожалѣнію для элементовъ позвоночныхъ и особенно теплокровныхъ животныхъ, съ которыми мы главнымъ образомъ имѣемъ дѣло, это почти непримѣнимо. И въ самомъ дѣлѣ, помѣстивши тѣ или другіе формовые элементы вышаго животнаго на предметное стекло, мы на столько сильно нарушаемъ условія ихъ нормальнаго существованія, что о жизни не можетъ быть и рѣчи, такъ что изученіе элементовъ безъ фиксированія ихъ почти всегда сводится на изученіе умершихъ или умирающихъ элементовъ. Къ числу условій, безусловно необходимыхъ для жизни тканевыхъ элементовъ, между прочимъ относятся:

- а) Извѣстная, постоянная температура (для теплокровныхъ животныхъ),
- б) Тотъ или другой химическій составъ среды, въ которой живутъ тканевые элементы,

<sup>1)</sup> По Хржонцевскому для кролика 20 к. с., для собаки 30 к. с. По Гейденгайну гораздо большія количества — для средней величины кролика 25—50 к. с., для средней величины собаки 50—75 к. с.



с) Постоянный притокъ питательнаго матеріала и оттокъ матеріала, сдѣлавагося непригоднымъ, и наконецъ, быть можетъ самое главное,

д) Газовый обмѣнъ (тканевое дыханіе).

Само собой разумѣется, что, желая изслѣдовать тканевые элементы въ состояніи, близкомъ къ нормальному, мы должны были бы удовлетворить всѣмъ этимъ условіямъ. Однако этого мы сдѣлать не можемъ. То немногое, что мы имѣемъ въ этомъ отношеніи, состоитъ въ слѣдующемъ:

1. Поддержать ту или другую постоянную температуру изслѣдуемаго объекта сравнительно нетрудно.

Для этой цѣли служатъ особые приборы, называемые согрѣвательными столиками. Они устраиваются различно. Наиболѣе простой и наиболѣе старый изъ этихъ приборовъ принадлежитъ Max Schultze. Въ принципѣ этотъ столикъ устроенъ такъ—препаратъ располагается на металлической пластинѣ, отъ переднихъ краевъ которой идутъ болѣе или менѣе длинные выступы. Эти послѣдніе подогреваются спиртовыми лампочками, при чемъ повышенная температура передается, конечно, всей пластинкѣ, а слѣдовательно и препарату, на ней расположенному. При столикѣ M. Schultze устроенъ термометръ, который отмѣчаетъ степень нагрѣванія столика. Не смотря на это, однако, регулировать температуру изслѣдуемаго объекта крайне трудно.

Гораздо болѣе совершеннымъ согрѣвательнымъ приборомъ является столикъ Шкляревскаго. Онъ состоитъ изъ металлическаго ящика величиной съ предметный столикъ микроскопа и высотой въ 1 сантим. Въ центрѣ его сдѣлано сквозное отверстіе, черезъ которое свѣтъ отъ зеркала проникаетъ къ препарату. Въ ящикѣ протекаетъ нагрѣтая постоянно смѣняющаяся вода, которая течетъ изъ особаго сосуда, подогреваемаго лампочкой или газовой горѣлкой. Въ ящикѣ вставленъ термометръ.

Существуетъ еще согрѣвательный столикъ Ranvier, представляющій уже болѣе совершенную форму. Онъ также состоитъ изъ металлическаго ящика, въ которомъ циркулируетъ нагрѣтая, постоянно смѣняющаяся вода, но этотъ ящикъ въ приборѣ Ranvier охватываетъ препаратъ и снизу и сверху. Благодаря этому возможно болѣе точное регулированіе температуры, нежели при употребленіи столика Шкляревскаго.

Существуетъ и еще нѣсколько модификацій согрѣвательнаго столика, которыя даны въ новѣйшее время Fleisch'омъ, Löwit'омъ и Israel'емъ, но всѣ онѣ въ результатѣ даютъ не больше, чѣмъ столикъ Ranvier. Во всѣхъ модификаціяхъ для нагрѣванія берется теплая вода, циркулирующая въ столикѣ.

2. Несравненно труднѣе удовлетворить второму условію, т. е. производить изслѣдованіе тканевыхъ элементовъ въ той же средѣ (химически), въ которой эти элементы живутъ нормально. Съ этой цѣлью въ гистологій употребляется нѣсколько жидкостей, которыя конечно не составляютъ для живыхъ элементовъ нормальной среды, но все же онѣ до извѣстной степени приближаются къ ней и даютъ возможность имъ существовать, хотя нѣкоторое время. Эти жидкости вполне основательно называются индифферентными. Сюда относятся:



- а) Водянистая влага глаза,
- б) 0,6% раствора хлористаго натра. Приблизительно такой процентъ этого послѣдняго содержится нормально въ паренхиматозномъ сокѣ животнаго. Поэтому его часто называютъ нормальнымъ или физиологическимъ растворомъ.
- с) Сыворотка крови,
- д) Околоплодная жидкость,
- е) Иодная сыворотка, введенная для этой цѣли М. Schultze. О составѣ и способѣ приготовленія ея мы говорили уже выше. Для изслѣдованія живыхъ объектовъ она употребляется въ очень слабыхъ растворахъ.

Производя изслѣдованіе въ только что приведенныхъ жидкостяхъ, нужно, конечно, заботиться о томъ, чтобы составъ ихъ оставался постояннымъ, слѣдовательно воспрепятствовать испаренію ихъ. Для этого лучше всего края покровнаго стеклышка покрывать вазелиномъ или легкоплавкимъ параффиномъ.

З. Нечего и говорить, что остальнымъ условіямъ наши методы удовлетворить не могутъ совершенно.

При такомъ положеніи дѣла легко допустить, что изслѣдованіе элементовъ высшихъ животныхъ въ ихъ естественномъ состояніи вещь почти невозможная. На хладнокровныхъ животныхъ, гдѣ и функція и жизненные условія, быть можетъ, гораздо проще, изслѣдованіе живыхъ элементовъ удастся въ гораздо большей степени. Поставивши эти послѣднія въ болѣе или менѣе благоприятныя для жизни условія, мы можемъ наблюдать ихъ въ живомъ состояніи по крайней мѣрѣ нѣсколько часовъ. Благодаря этому обстоятельству въ новѣйшее время удалось сдѣлать много очень цѣнныхъ наблюденій, напр. по вопросу о размноженіи формовыхъ элементовъ.

Мы остановились на изслѣдованіи живыхъ элементовъ очень короткое время въ виду слѣдующаго соображенія. Этимъ изслѣдованіемъ, съ цѣлью изученія структуры, можно интересоваться лишь до тѣхъ поръ, пока изслѣдуемые объекты дѣйствительно живы. Коль скоро они умерли, изслѣдованіе ихъ безъ обработки фиксирующими реагентами по меньшей мѣрѣ бесполезно. Fol говоритъ по этому поводу, что такъ наз. свѣжіе, мертвые элементы безконечно больше отличаются отъ живыхъ, нежели тѣ, которые были быстро фиксированы. Мы думаемъ, что Fol совершенно правъ.

### Наиболѣе важные реагенты и микрохимическія реакціи.

Само собой разумѣется, что, касаясь здѣсь микрохимическихъ реакцій, мы имѣемъ въ виду только то, съ чѣмъ приходится имѣть дѣло при гистологическихъ работахъ и совсѣмъ не беремъ на себя смѣлости дать подробный очеркъ всего того, что выработала физиологическая химія. Наиболѣе важными реагентами для гистологическихъ цѣлей являются слѣдующія:

Уксусная кислота. Слабые растворы ея (до 1%) осаждаютъ бѣлковыя вещества клѣточной протоплазмы и производятъ замѣтное помутнѣніе ея. Однако

*Кульчицкій, Основы практической гистологіи.*



эта муть растворяется въ избыткѣ кислоты. Уксусная кислота осаждаетъ также и слизевыя вещества (муцинъ) съ той только разницей, что эти осадки не растворяются въ избыткѣ кислоты.

Кромѣ того уксусная кислота очень энергично дѣйствуетъ на клейдающія вещества, вызывая набуханіе ихъ, а затѣмъ и раствореніе.

Такъ наз. кератогіалинъ или эледиинъ (Ranvier) при дѣйствіи уксусной кислоты сильно набухаетъ и растворяется. Впрочемъ при вареніи въ уксусной кислотѣ растворяется большая часть роговыхъ образований.

Соляная кислота. Въ очень разведенныхъ растворахъ (1<sup>0</sup>/о) бѣлковыя тѣла сильно набухаютъ, а нѣкоторыя изъ нихъ, напримѣръ міозинъ, растворяются. Нуклеинъ очень долго противостоитъ дѣйствію соляной кислоты.

Известковая вода растворяетъ довольно легко муцинъ. Такъ какъ всѣ спайныя вещества повидимому близко стоятъ къ муцину, то становится понятнымъ, имѣя въ виду только что указанное свойство известковой воды и ея мацерирующее дѣйствіе на ткани.

Щелочи (амміакъ, ѣдкія кали и натръ) въ слабыхъ растворахъ вызываютъ вообще набуханіе, а затѣмъ и раствореніе бѣлковыхъ тѣлъ.

Въ крѣпкихъ щелочахъ при нагрѣваніи растворяются кератинъ, также эластинъ и нейрокератинъ. Послѣдніе растворяются очень медленно. Легко растворяются глютинъ, а также коллоидныя вещества. Хондринъ растворяется гораздо труднѣе. Ёдкія щелочи въ крѣпкихъ растворахъ не производятъ набуханія бѣлковыхъ тѣлъ. Вслѣдствіе этого съ цѣлью изолированія протоплазматическихъ тѣлъ можно употреблять только крѣпкіе растворы ѣдкихъ щелочей.

Хлористый натрій. Въ слабыхъ растворахъ растворяетъ міозинъ; также легко растворяетъ муцинъ и спайныя вещества, благодаря чему иногда употребляется, какъ мацерирующій реагентъ. Съ цѣлью растворенія міозина можно брать вмѣсто поваренной соли хлористый аммоній (8<sup>0</sup>/о—20<sup>0</sup>/о), который по А. Данилевскому въ этомъ отношеніи имѣетъ неоспоримое преимущество.

Хлористое золото и осміевая кислота легко возстановляются подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ органическихъ веществъ. Къ нимъ относятся жиры, міэлинъ и субстанція нервныхъ элементовъ.

Азотнокислое серебро подъ вліяніемъ свѣта легко возстановляется такъ называемыми спайными веществами.

Іодъ окрашиваетъ въ синій цвѣтъ крахмаль и амилоидныя тѣльца. Кромѣ того окрашиваетъ гликогенъ въ бурокрасный или коричневый цвѣтъ. Іодъ употребляется въ гистологіи въ формѣ раствора въ іодистомъ калиѣ — 0,4 грм. іодистаго калия, 0,2 грм. іода и 100 к. с. воды.

Вода производитъ набуханіе бѣлковыхъ тѣлъ, хотя ихъ не растворяетъ. Если часть бѣлковъ растворяется въ водѣ, то это объясняется примѣсью солей (А. Данилевскій). Клейдающія вещества набухаютъ въ холодной водѣ, а при нагрѣваніи растворяются. Коллоидныя вещества растворяются уже въ холодной водѣ.



Эфиръ и алкоголь важны для микроскопiи, благодаря своему свойству растворять жиры. На бѣлковыя вещества эфиръ не дѣйствуетъ. Алкоголь же отнимаетъ отъ нихъ воду и такимъ образомъ производитъ постепенную дегидратацию.

---

Мы считали совершенно необходимымъ привести нѣкоторыя микрохимическія реакціи, такъ какъ начинающій сталкивается съ ними на первыхъ же порахъ гистологической работы. Къ числу реагентовъ мы должны были бы отнести и красящія вещества, такъ какъ они во многихъ случаяхъ играютъ эту роль. Къ сожалѣнію методъ окрашиванья еще не вполне точно поставленъ и мы можемъ только надѣяться, что въ недалекомъ будущемъ эти вещества будутъ занимать въ гистологiи почетное мѣсто микрохимическихъ реакцій.

Для болѣе удобнаго пользованія мы представляемъ наиболѣе важныя микроскопическія реакціи въ нижеслѣдующей таблицѣ.

---



## НАИБОЛѢ ВАЖНЫЯ ВЪ ГИСТОЛО

	Уксусная кислота.	Соляная кислота.	Крѣпкія минеральныя кислоты.	Щелочи.
Бѣлковыя вещества протоплазмы (или лучше параплаз.)	Осаждаются слабыми раствор. (до 1%), но осадокъ растворяется въ избыткѣ кислоты.	Сильно набухаютъ, а нѣкоторыя и растворяются.	Вообще осаждаютъ дають бѣлковые веществ.	Сильно набухаютъ и растворяютъ, выпадаютъ при подкисленіи.
Бѣлковыя вещества, составляющіе структуру протоплазмы (стромыны А. Данилевскаго).	Нерастворимы въ слабыхъ растворахъ (1%).	Нерастворимы въ слабыхъ растворахъ (1%).		Растворяются.
Хроматинъ (Нуклеинъ).	Нераствор. въ растворахъ отъ 3% до 50%.	Нераствор. въ 1% растворѣ.		
Клейдающія вещества.	Сильно набухаютъ.	Растворяются въ концентрированныхъ растворахъ при нагреваніи.		Набухаютъ въ слабыхъ растворахъ.
Упругія или эластическія волокна.	Не измѣняются.			
Спайныя вещества.				
Муцинъ.	Осаждается и осадокъ не растворяется въ избыткѣ кислоты.			
Жиры и Миелинъ	}			
Гликогенъ.				
Крахмалъ и амилоидныя тѣльца.				



ГІИ МИКРОХИМИЧЕСКІЯ РЕАКЦІИ.

Хлористый натръ.	Известк. вода.	Хлорист. золото.	Осміева кислота.	Азотнок. серебро.	Іодъ.	Вода.	Эфиръ и алкоголь.
Растворимъ (особенно міозинъ).						Не растворимы.	Нерастворимы, алкоголь отним. воду.
Растворимъ 20% растворъ (по Schwarz'y).							
Растворимы.				Возстановл. сереб., окр. въ бур. или черн. цв.			
		Возстановляютъ металлы и окрашив. въ фіол. цвѣта.					Растворимы.
						Набухаетъ.	
							Осаждается алкоголь.
						Окрашив. въ синій цвѣтъ.	

*DM*