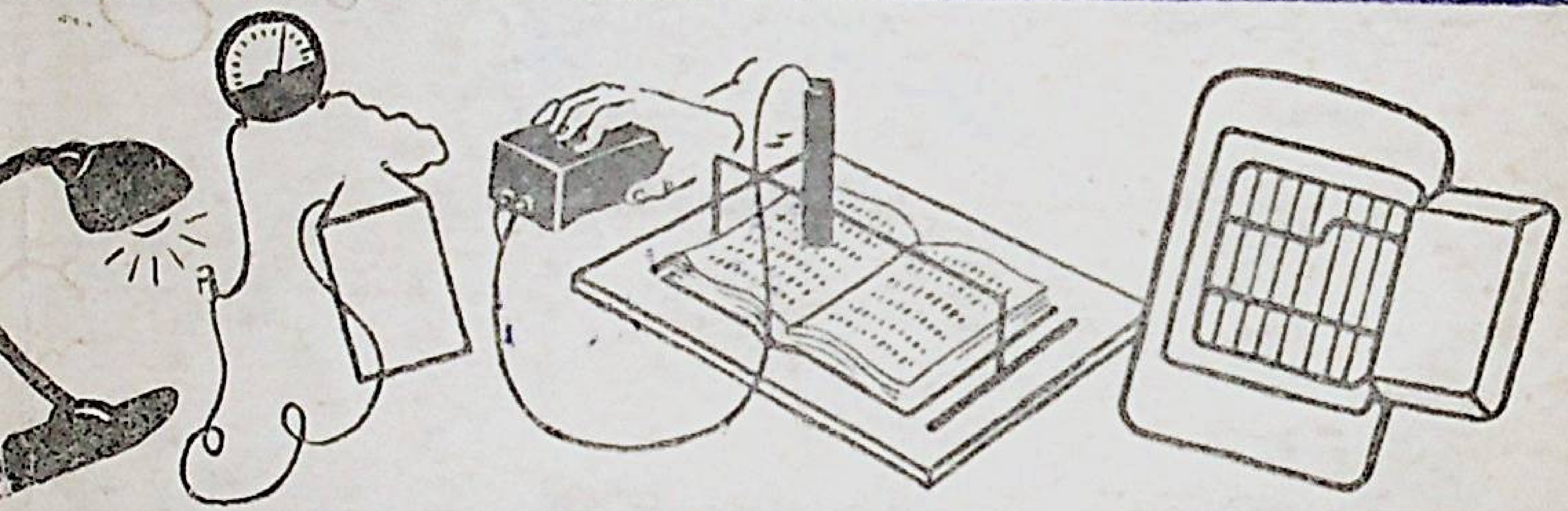
Кирг
53
А73

Г. Анфилов



ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧ ДЕГЕН ЭМНЕ

кирг 136103
53
А 73 Анфилов, Г
Что такое полупроводник
2_05

136103

Глеб Анфилов

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧ ДЕГЕН ЭМНЕ

КЫРГЫЗСТАН МАМЛЕКЕТТИК БАСМАСЫ
Фрунзе — 1958

53 23573
А73

„Жарым өткөргүчтүү приборлор боюнча илим изилдөө жумуштары кеңири жайылтылсын жана алардын практикалык колдонулушу кеңейтилсин".

(КПССтин XX съездинин 1956—1960-жылдарда СССРдин эл чарбасын өнүктүрүүнүн алтынчы беш жылдык планы боюнча директиваларынан)

136103
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ... НАЯ
Б ... А
А. Н. ... ССР

КИРИШ СӨЗ ОРДУНА

Силер столго отуруп, жарыкты күйгүздүңөр да, китепти ачтыңар дейли.

Китеп окууну бир минутага токтото туруп, айлананарды карап көргүлөчү.

Электр лампочкасында вольфрам металлынан жасалган ичке зым жаркырап күйүп турат. Энергияны берип туруучу жез зымдар аны менен туташтырылган. Жез жана вольфрам электр тогун эң сонун өткөрүшөт. Мына ошондой эле касиет башка металлдарда да бар. Мына ошондуктан алар *өткөргүчтөр* деп аталат.

Ал эми лампочканын айнек колбасы, дубалда кадалуу турган фарфордон жасалган роликтер, зымды курчап турган резина түтүкчөсү электр тогун таптакыр өткөрүшпөйт. Аларды *изоляторлор* деп аташат.

Өткөргүчтөр жана изоляторлор—электротехниканын башкы материалдары болуп эсептелет. Бирок алардан башка жаратылышта алардын ортосунда турган сыяктанган заттар да бар.

Мисалга карандаштын өзөкчөсүн—графитти алып көрөлү. Графит да токту өткөрөт, бирок металлдарга караганда бир кыйла начар өткөрөт. Көп сандаган кристаллдар, сплавдар, ар түрдүү туздар, бул жагынан графитке окшоп кетет. Мына ушул заттар *жарым өткөргүчтөр* деп аталат.

Биздин айланабыздагы курчап турган дүйнөдө ушул сыяктуу заттар өтө эле көп. Мындай заттарды кадимки эле кумдан, көөдөн, таштан бөлүп алууга болот. Ар күн сайын эртең мененки, түшкү жана кечки тамактын убагында биз жарым өткөргүчтөрдү жеп жаткандыгыбызды, аларды бутубуз менен тепсеп жүргөндүгүбүздү айта кетүү керек. Жер кыртышында өтө кеңири таралган *кремний* элементи жана тиричиликтин негизи болгон *углерод* жарым өткөргүчтүү кристаллдарды түзөт эмеспи.

Эзелки замандардан бери карай адам өзүнө жаратылыш тарабынан берилген нерселердин бардыгын өздөштүрүүгө аракет кылып келген. Жарым өткөргүчтүү сырьёлорду ал металлургияда, химияда, курулуш ишинде—кыскасын айтканда, электротехникадан башка бардык тармактарда колдонгон.

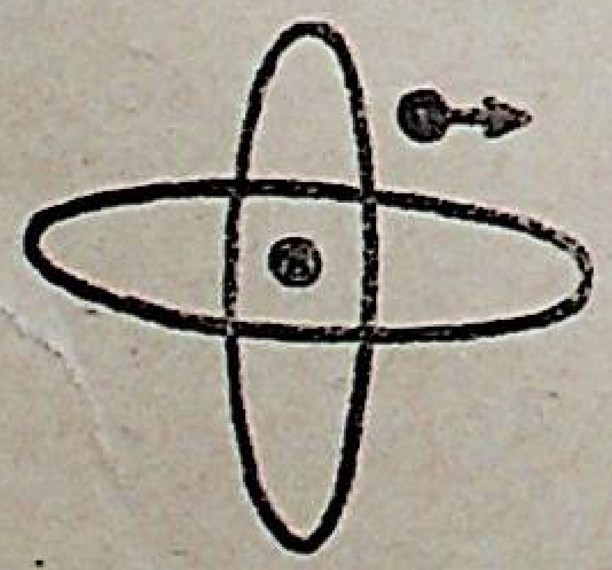
Электротехникада жарым өткөргүчтөр жараксыз деп эсептелген. Жарым өткөргүчтөр кадимки өткөргүчтөргө жетпейт, ал эми изоляторлорго туура келбейт деп ойлошкон. Жарым өткөргүчтөр менен жез зымын да, фарфор ролигин да алмаштырууга болгон эмес. Жарым өткөргүчтөрдүн жарым-жартылай касиеттеринен эч кандай пайда алууга мүмкүн болбогондой көрүнгөн.

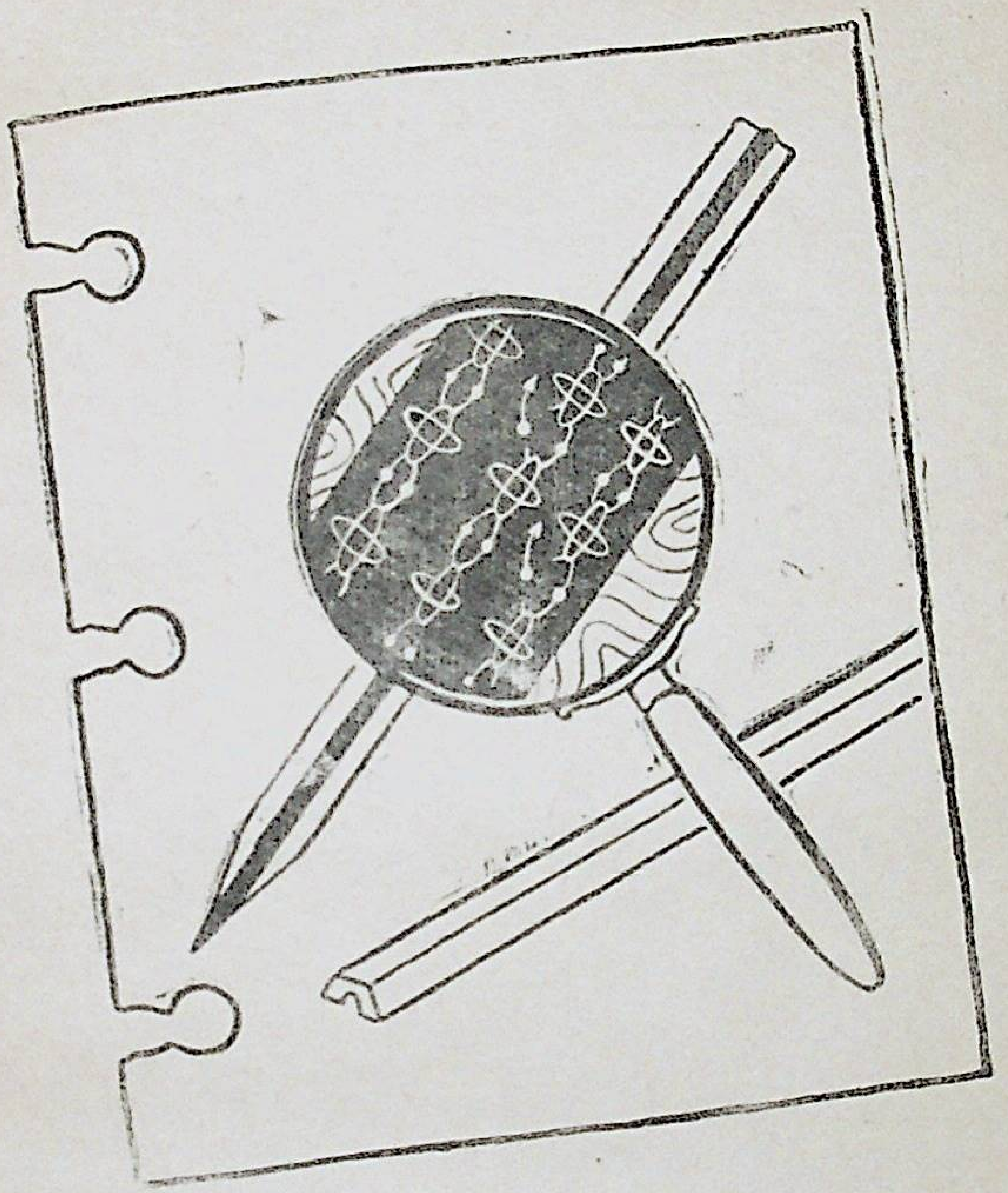
Мына ошентип, көп ондогон жылдарга чейин жарым өткөргүчтөрдүн электрдик өзгөчөлүктөрүн тереңирээк изилдөөнү эч ким каалаган эмес.

Бирок, жарым өткөргүчтөргө мындай мамиле кылуу жаңылыш экендигин азыркы мезгил көрсөтүп отурат. Биздин күндөрдө изилдөөчүлөр жарым өткөргүчтөрдүн өтө зор практикалык маанисин табышты. Көп сандаган окумуштуулар азыр жарым өткөргүчтөрдүн теориясын жана техникасын изилдөө менен алек болуп жатышат.

Алардын баалуулугу эмнеде?

Бул суроого азырынча шашып жооп бербей коё туралык. Адегенде өтө эле жөнөкөй нерселерди талдап көрөлү.





ЭЛЕКТР ӨТКӨРҮҮЧҮЛҮКТҮН СЫРЛАРЫ

АТОМДОР

Жер жана аба, аскалар жана деңиз, гүл жана биздин денебиздин эң ичке тамырлары — бардыгы тең атомдордун сан жетпеген дүйнөсүнөн түзүлгөн.

Атомдордун ар бири өтө эле кичинекей. Төөнөгүчтүн башынын жанында атом Эльбрустун жанындагы төөнөгүчтүн башындай сыяктанып көрүнөт. Ал эми атомдун өзү, анын өзүнөн жүз миң эсе кичинекей болгон бөлүкчөлөрдөн түзүлгөн.

Атомдун борборунда массивдүү *ядро* — атомдук энергиянын казнасы жатат. Бул казнага азыр адамдын колу жетип отурат. Ядро оң электр заряды менен заряддалган. Ядронун айланасында андан бир кыйла жеңил, терс заряддалган электрондор айланып жүрүшөт. Электрондор жалпы физикалык закон боюнча ядронун айланасында кармалып турушат: ар түрдүү заряд менен заряддалган заттар бири-бирине тартылышат деген закон боюнча кармалып турушат.

Атомдор ар түрдүү болушабы?

Анчалык ар түрдүү болбойт. Акыркы жылдардын ичинде илимде жасалма жол менен түзүлгөн атомдорду кошо эсептегенде бардыгы болуп атомдордун жүзгө жакын түрү белгилүү. Эгерде ар бир түрдүн тур-

дүү сортторун эсепке албаганда атомдордун ушунчалык түрү бар. Эң майда бөлүкчөлөрдүн ушул ассортиментинен Ааламдагы нерселердин заттардын чексиз ар түрдүүлөрү түзүлгөн.

Ар түрдүү атомдор өздөрүнүн ядросундагы заряддардын бирдей болбогондугу менен айырмаланат.

Водороддун эң жөнөкөй атомунун ядросунда өтө кичинекей заряд бар. Мына ушундай атомдогу электрон да жападан жалгыз болуп эсептелет. Ал эми жездин атомдорунун ядросунда заряд бир кыйла көп—водороддукуна караганда жайырма тогуз эсе көп. Демек, анын ар бир атомунда жыйырма тогуздан электрон болууга тийиш.

Атомдун электрондору белгилүү тартипте жайланышат. Алар ядронун айланасында бир нече катмар түрүндө курчап алган туюк орбиталар боюнча кыймылдап жүрүшөт.

Электрондук катмар ядрого канчалык жакын болсо, ал электрондор ядро менен ошончолук бекем байланышкан. Ядронун ички катмарынан кандайдыр бир электронду чыгаруу үчүн күчтүү түрткү—зор энергия керек кылынат. Ал эми андан алысыраак турган катмарлардагы электрондорду чыгаруу бир кыйла жеңил болот.

Ядронун эң сырткы катмарындагы электрондор маанилүү роль ойнойт. Алар атомдорду кристаллдык структурага байланыштырып, аларды молекулаларга бириктирип турат. Химиялык процесстер, заттардын электрдик абалы жана көп сандаган башка кубулуштар атомдун сырткы катмарындагы электрондорго байланыштуу аныкталат.

Түрдүү заттардын атомдорундагы сырткы электрондор кандай болушат?

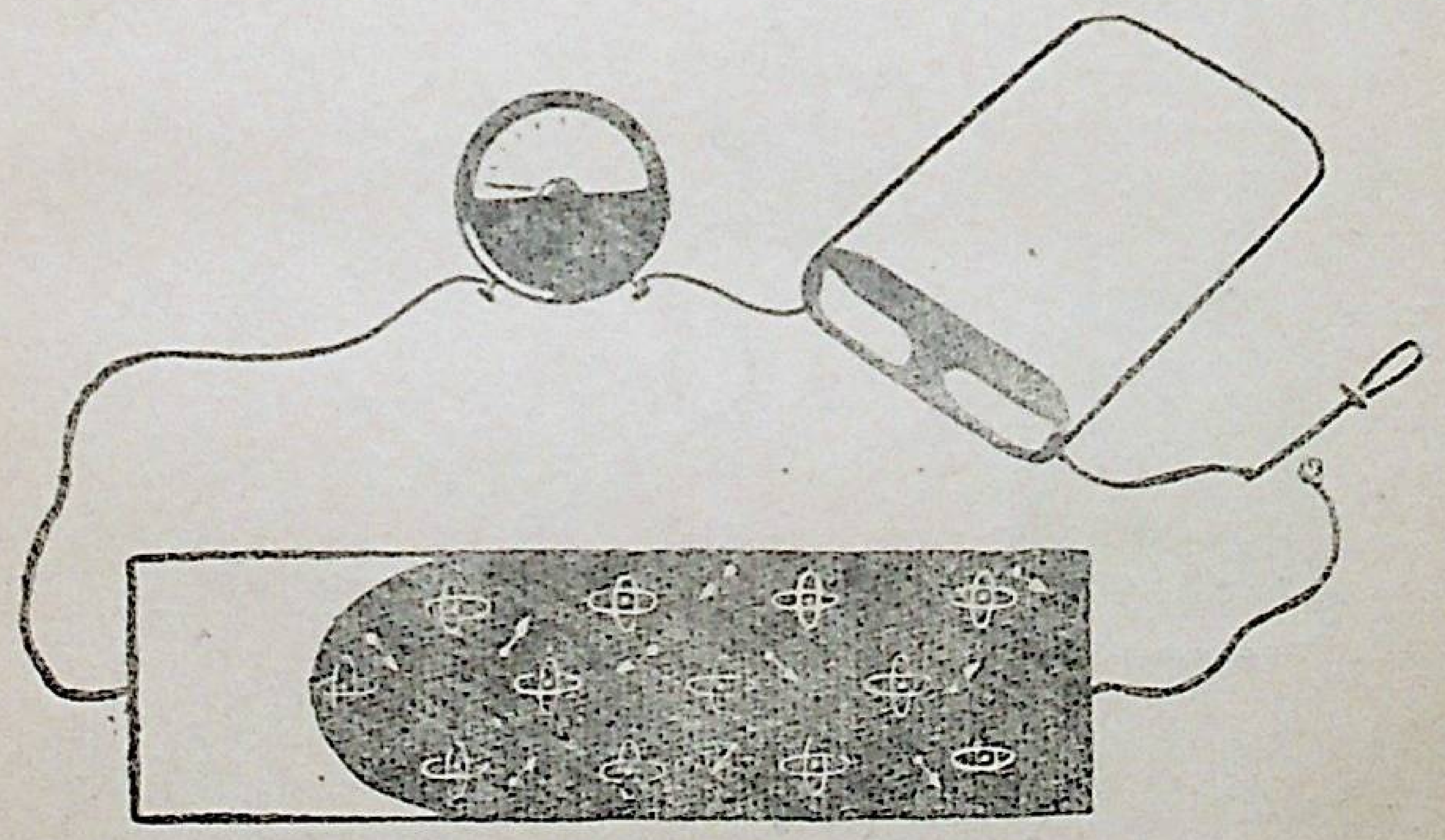
МЕТАЛЛДАГЫ ЖАНА ИЗОЛЯТОРДОГУ ЭЛЕКТРОНДОР

Жез зымынын атомдорундагы сырткы электрондор кармалып тура алышпайт: алар „өздөрүнүн“ атомдорундагы ядролор менен өтө эле начар байланышкан. Атомдор ар дайым тартипсиз кыймылда болушуп, өздөрүнүн сырткы электрондорун кагып салгандай болушат. Ал эми „бөлүнүп калган“ бул электрондор бир

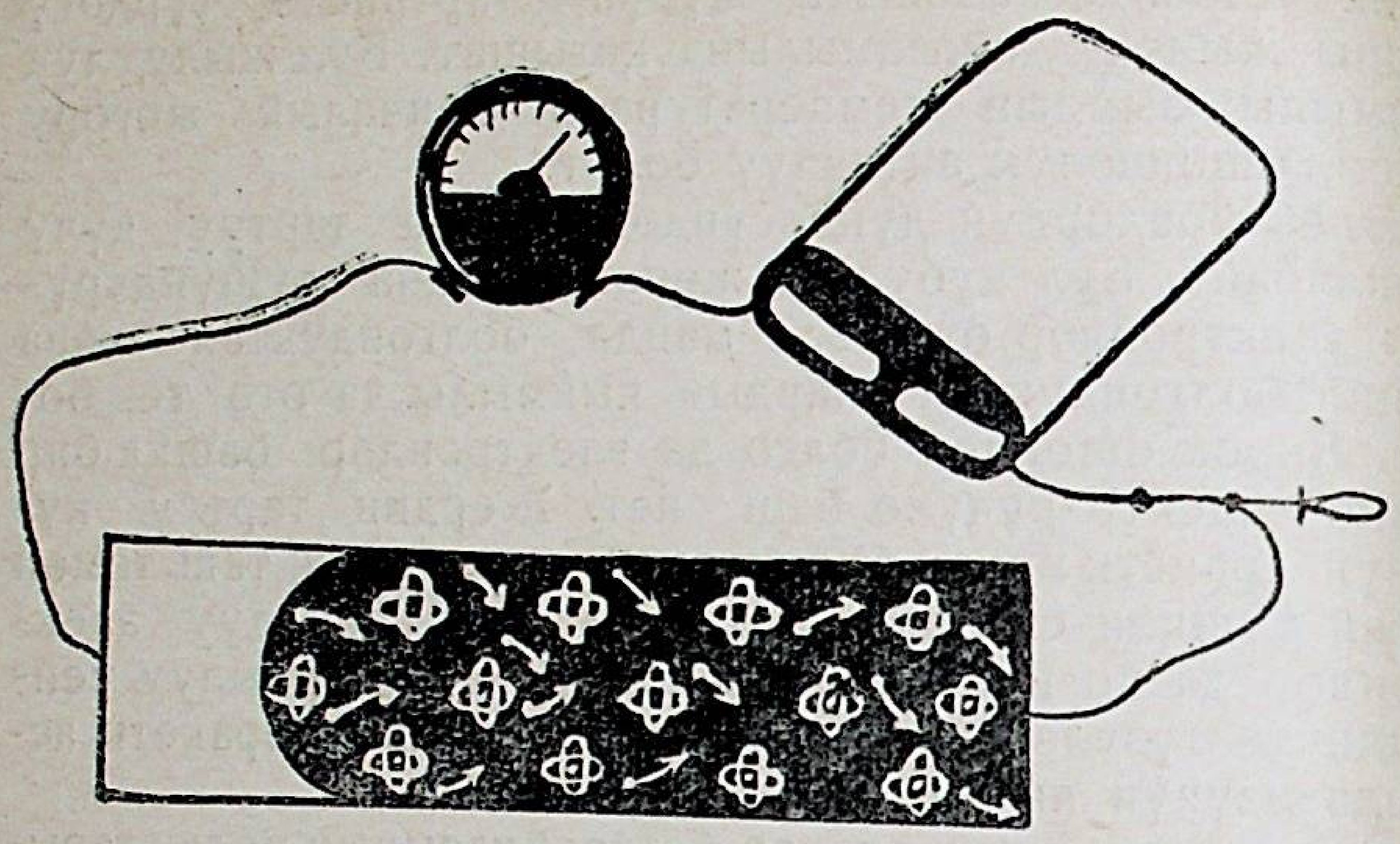
кесек металлда адашып жүрүп, тартипсиз түрдөгү жалпы жылуулук кыймылына катышат. Бул жылуулук кыймылы зымдын температурасы канчалык жогору болсо, ошончолук активдүү болот.

Электрондордун дүйнөсүндө Жердин тартуу күчү байкалбайт. Бул кубулуш жөнөкөй гана түшүндүрүлөт: электрондор өтө эле майда болгондуктан жана жеңил болгондуктан алардын кыймылы да өтө тез болот. Бирок ошондой болсо да электрондор башка бир күчкө—электр күчүнө баш иет. Жердин тартуу күчүнүн аракети менен бийиктикке ыргытылган таш төмөн карай түшкөн сыяктуу бир кыйла көп заряддуу электрондор да ар кандай заряддалган нерсе аркылуу мейкиндикте түзүлө турган электр талаасынын аракети астында өзүнүн кыймылын өзгөртөт.

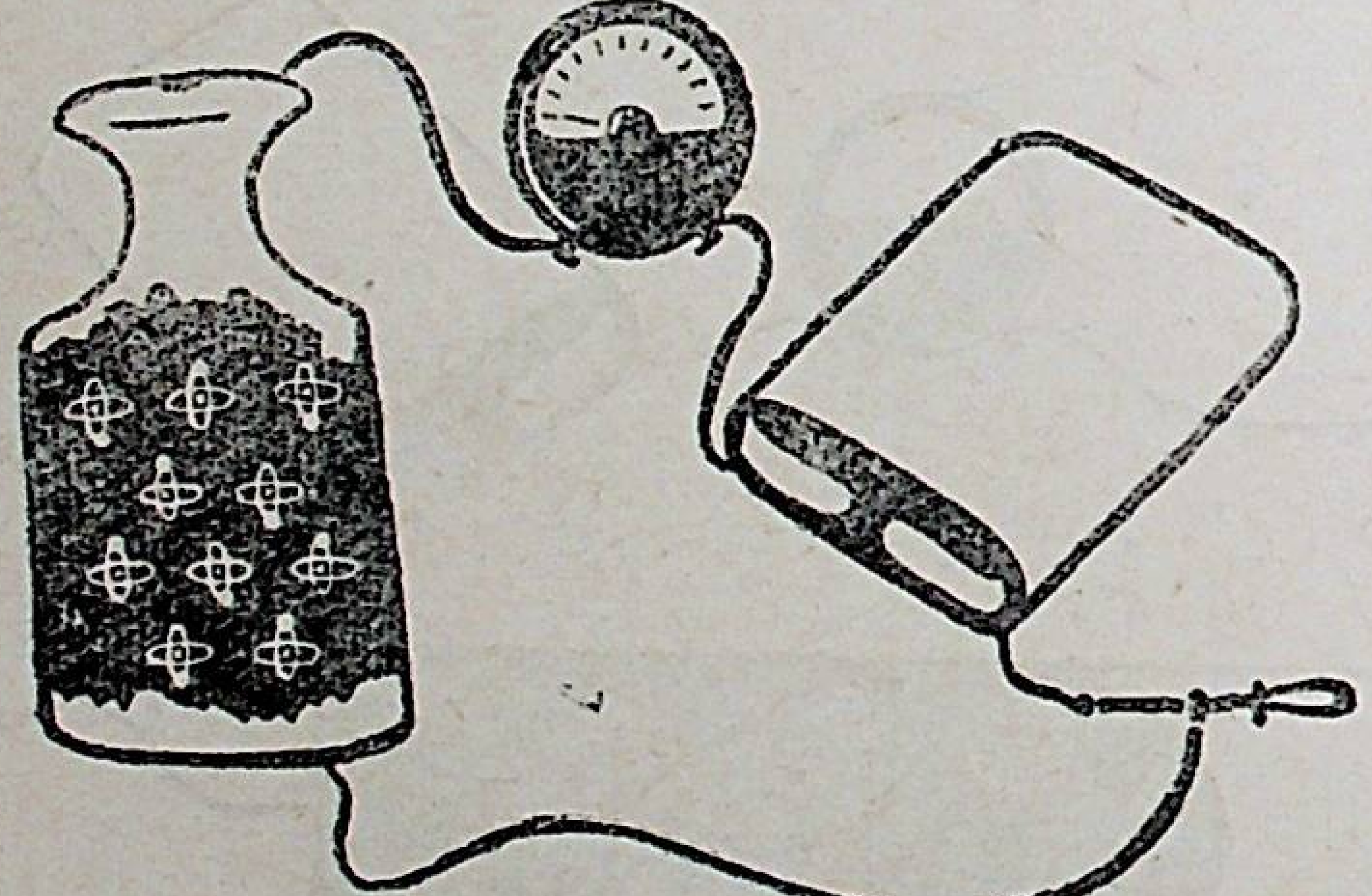
Зымдардын учун электр батарейкасынын полюстарына бириктирген кезде ошол замат металлга электр талаасы өтөт. Мына ушул учурда бош электрондор тартипсиз түрдөгү жылуулук кыймылына катышып гана тим болбостон, ошону менен бирге зым аркылуу электр талаасына курчалган батарейканын оң полюсун көздөй кыймылга келе баштайт. Ал эми зым боюнча кыймылда болгон электрондордун ордуна батарейканын терс полюсунан электр талаасы башка электрондорду түр-



Металлда көп сандаган электрондор айрым атомдор мене байланышта болбойт жана алардын ортосунда тартипсиз түрдө адашып жүрөт.



Бир кесек металл электр батарейкасынын полюстары менен туташтырылган. Ал электр талаасы менен курчалган, бул электр талаасы электрондорду алып оң полюсту көздөй кыймылга келтирет.



Изолятордогу тышкы электрондор өздөрүнүн атомдорунда бекем кармалып турат. Ошондуктан мында электр тогун жүргүзүүгө болбойт.

түп чыгара баштайт. Алар да улам жаңы пайда болуп жаткан электрондордун отряддарына орун бошотуп, зым боюнча жүрө баштайт: ошентип зымда электр тогу пайда болот.

Металлдагы электрондордун агымы бир калыпта болбойт. Алардын жолунда жылуулук кыймылына катышып, өздөрү да кыймылда болгон атомдор улам кезиге берет. Мына ошондуктан зым ысый баштаганда электрондордун агымынын алга карай жүрүшү бир кыйла кыйындайт. Температура жогорулаган сайын токтун күчү азая баштайт. Металлдардын мына ушул касиети алардын электр өткөрүүчүлүгүнүн өтө маанилүү белгиси болот.

Электр тогунун өзү да зымды ысыта тургандыгын айта кетүү керек. Электрондордун агымы канчалык мол болсо, ал атомдорду ошончолук күчтүүрөөк түртүп, алардын жылуулук кыймылынын энергиясын көбөйтөт.

Ал эми изолятордо бул кубулуш башкача болот. Резина, фарфор, айнек—булардын бардыгы тең, албетте, атомдордон түзүлгөн. Металлдардагы сыяктуу эле мындагы атомдор да тартипсиз түрдөгү жылуулук кыймылына дуушар болушат. Бирок, алардын атомдорундагы сырткы катмардын электрондору изолятордун атомдорунун ядролору менен бекем байланышкан. Анда бош электрондор жок, демек, аларда электр тогу да болууга мүмкүн эмес.

Бирок, эгерде изоляторду кызыта турган болсок, ал өзүнүн изоляциялык касиетин жоготуп коюшу мүмкүн. Бул учурда анын атомдорунун ортосундагы байланыш башкача болуп калат. Мына ошондуктан өтө ысыткан кезде кээ бир изоляторлор жарым өткөргүчтөргө айланышат. Жарым өткөргүчтөрдүн өзгөчөлүгү эмнеде?

БИРИНЧИ ТААНЫШТЫК

Жез зымын өтө ысык печке—температурасы миң градуска жеткен печке таштап көрөлү. Бул зым эрип кетүүгө жакындаганда анын үстүнкү бетинде металлдын абадагы кислород менен химиялык биригүүсүнүн активдүү реакциясы башталат. Жездин атомдорунун ар

бир жубу кислороддун бир атому менен байланыш
Бир нече минут өткөн соң жез зымы карарып кет
бул жездин закиси деп аталат. Мына ошол карар
катмарды кырып алып, химиялык лабораторияга бе
ли да, закисти анын аралашмаларынан өтө кылдат
менен тазалап берүүнү сурайлык. Эгерде химик
биздин тапшырмабызды жакшылап аткарган болсо,
да биз алардан бир кесек идеалдуу таза, классикал
жарым өткөргүчтү алабыз.

Мына ошол жарым өткөргүч менен бир нече та
рыйба жасап көрөлү.

Адегенде ал электр тогун кандай өткөрө турган
гын текшерели.

Көрсө, бул жарым өткөргүч жезге караганда эл
тр тогун бир кыйла начар өткөрөт экен. Бул кубул
биз үчүн күтүлбөгөн окуя болбойт: анткени—бул
жарым өткөргүч деп аталат.

Ошондой болсо да мына ушул жарым өткөр
менен жасалган башка бир тажрыйбанын натыйж
бизге таң калаарлык болуп көрүнөт. Эгерде закис
кристаллчаларын катуулап ысыта турган болсок,
электр тогун бир кыйла жакшы өткөрө баштайт.
эми жогоруда биз айтып өткөн жез зымында буга ка
ма-каршы кубулуш байкалган эле.

Мунун себеби эмнеде?

Жарым өткөргүчтүн сырткы электрондору криста
дагы алардын байланышын ишке ашырып турган к
шулаш эки атомго бир эле мезгилде таандык бо
Бирок алар ядролор менен анчалык катуу байланыш
болбойт. Температура көтөрүлгөндө тартипсиз жыл
лук кыймылынын энергиясы да көбөйө баштайт. О
нун натыйжасында ысыткан кезде атомдор ортосун
гы байланыштар бузулат да, улам барган сайын
сандаган электрондор эркин боло баштап, электр
гун өткөрүүгө жөндөмдүү болуп калат.

Эми бардыгы түшүнүктүү болууга тийиш. Би
эгерде мына ушул көз караштардын натыйжасы
гана математикалык теңдемелерди түзүп, закис
кристаллчаларынын электр өткөрүүчүлүгү боюнча т
риялык эсептөөлөрүн жүргүзсөк, анда биз таң кала т
ган кубулушка дуушар болот элек. Бул учурда эс
теп чыгарылган электр өткөрүүчүлүк чынында эле та

ыйбада байкалган электр өткөрүүчүлүккө караганда
ки эсе дээрлик аз болуп чыкмак.

Демек, бул кубулуштун кандайдыр бир тарабын
из эсепке алган жок окшойбуз.

Кайсы тарабын?

Бул суроого жооп берүү үчүн экскурсияга—жаш
өрүүчүлөрдүн театрына экскурсияга барып көрөлү.

БОШ СТУЛ

Бүгүн мында эң сонун пьеса көрсөтүлөт, ошондук-
ан театрдын залы элге жык толгон. Бирок биз сце-
аны карабайбыз. Көрүүчүлөр отурган залда болуп
каткан болор-болбос окуяларга көңүл бурабыз.

Биз кире бериш жерде отуруп анын экинчи тарабына
көз жиберебиз. Биринчи катардан тартып акыркысына
ейин бардык орундар бош эмес. Балдар спектаклди кы-
ыгуу менен карап отурушат. Бир кезде биринчи катар-
ын чет жагындагы бир орун бошой калды. Ал жерде
турган окуучу эмнегедир кетип калды.

Биринчи катардагы стул бошор замат эле экинчи
катардын четинде отурган шамдагай бир пионер тези-
ен келип отура калды. Бул пионердин максаты түшү-
үктүү: экинчи катарда отуруу жаман эмес, бирок би-
ринчи катарда андан да дурус болууга тийиш. Андан
ры эмне болду? Үчүнчү катардын четинде отурган
ичине кыз жанагы бошоп калган экинчи катардагы
пионердин ордуна келип ылдам отура калды. Ал эми
нын бошоп калган ордуна төртүнчү катардагы анын
ентушу келип отурду, ал эми анын ордуна бешинчи
атардагы бала отурду. Кыскасын айтканда, кире бе-
иштин жанындагы четки стулдарда отургандардын
ардыгы бир орунга алга жылышты. Ал эми бош орун
ак ушул учурда бүткүл зал боюнча артка—биринчи
атардан акыркы катарга чейин жыла баштады. Теа-
рдан көрүүгө талап кылынган көрүнүш мына ушул
олучу. Эми атомдордун жана электрондордун дүй-
өсүнө кайрылууга болот.

ТЕАТРДАГЫ СЫЯКТУУ

Биз миллиондогон эсе кичирейип, көзгө көрүнбөгөн
убулуштарды көрүүнү үйрөндүк деп оюбузда ойлоп

көрөлү, көргөндө да бул кубулуштардын жүрүшү
караганда миндеген эсе жайыраак көрүүгө үйрөнд
дейли. Мына ушул жомоктогудай жөндөмдүүлүккө
болуу менен электр батарейкасына туташтырылган би
дин бир кесек закисибиздин ичине кирип көрөлү. Ан
оң жактагы учу батарейканын оң полюсуна, ал эми с
жактагы учу терс полюсуна бириктирилген.

Бул учурда биздин көз алдыбызда кандай көрүнү
байкалат?

Жалпысынан алганда, бул көрүнүштү төмөнкүдө
сүрөттөп көрсөтүүгө болот (өтө шарттуу жана жөнө
көйлөтүлгөн мааниде).

Атомдор эч тынымсыз кыймылда болушат. Сыртк
катмардын электрондору аларды өз ара байланышты
рып турат. Мына, бир кезде сырткы электондордун б
ри алга умтула турган кыймылга ээ болду. Так уш
учурда анын байланышы бузулду,—анын байланыш
үзүлүп кеткен сыяктанды, ошентип электрон бош эле
тронго айланды да, электр талаасынын көзгө көрүнб
гөн күчүнүн аракети менен оң жакты көздөй кыймы
дап жөнөдү.

Ал эми мындан бир аз гана мурда электрон тург
орун көз ачып жумганча бош болуп калды. Жана
театрдагы биз байкаган шамдагай пионер экинчи ката
дан биринчи катардагы бош калган стулга көчүп отург
сыяктуу эле, учуп кеткен электрондун ордун ошол эл
замат башка бир электрон—анын сол жагындагы ко
шулаш атомдун сырткы катмарындагы электрон ээл
алды. Бул „көчүп отурган“ электрондо чоң энерг
болгон эмес, ал катуу түрткүнү да алган жок. А
электрон электр талаасынын эпкинине дуушар болго
сыяктуу бир орундан экинчи орунга жылып кеткен сыя
танды, ал эми жарым өткөргүчтөрдүн атомдорунда
электрондор изолятордогу электрондорго караганда н
чар байланыштуу болот эмеспи.

Мына ушул „көчүп отуруудан“ кийин сол жакта
биринчи атом менен анын коңшу атомунун ортосунд
гы электрондук байланыш бузулду—анда бош ор
пайда болду. Бул бош орунду ошол эле замат ато
дордун байланышындагы сол жакта турган андан кийи
ки атомдун электрону ээлеп алат. Анын бошогон о
дуна үчүнчү болуп сол жакта турган атомдун тышк

лектрону келет, ошентип бул кубулуш кайталана бе-
ет.

Театрдын залында балдар сценага жакыныраак болуу-
а умтулуп бир стулга алга көчүшүп отурушкан эле. Ал
эми мында атомдордун тышкы электрондору биринин
артынан экинчиси оң жакты көздөй жыла баштайт
(аларды мына ушул тарапка электр талаасы тартат).
Бирок, электрондордун ар бири бир гана кадамга жылат.

Чындыгында бул кубулуш бир кыйла татаалыраак
боло тургандыгы ырас. Бул кубулуш заттын бөлүкчө-
лөрүнүн тартипсиз жылуулук кыймылы менен бир
кыйла татаалдашып кетет. Бирок, негизинде так ушун-
дай болот.

ЭКИ ТОК

Демек, жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогу атом-
дордун „туткунунан“ кандайдыр бир себептер менен
бошоп калган электрондор аркылуу гана түзүлбөй тур-
гандыгын жогоруда көрүп өттүк.

Толук бошой албаган электрондор да, башкача айт-
канда, бир атомдон экинчи атомго секирип өткөн элек-
трондор электр талаасы кайда багыттаса, ошол жакты
көздөй кыймылда болот. Ал эми заряддардын мына
ушундай кыймылы да электр тогу болуп эсептелет.

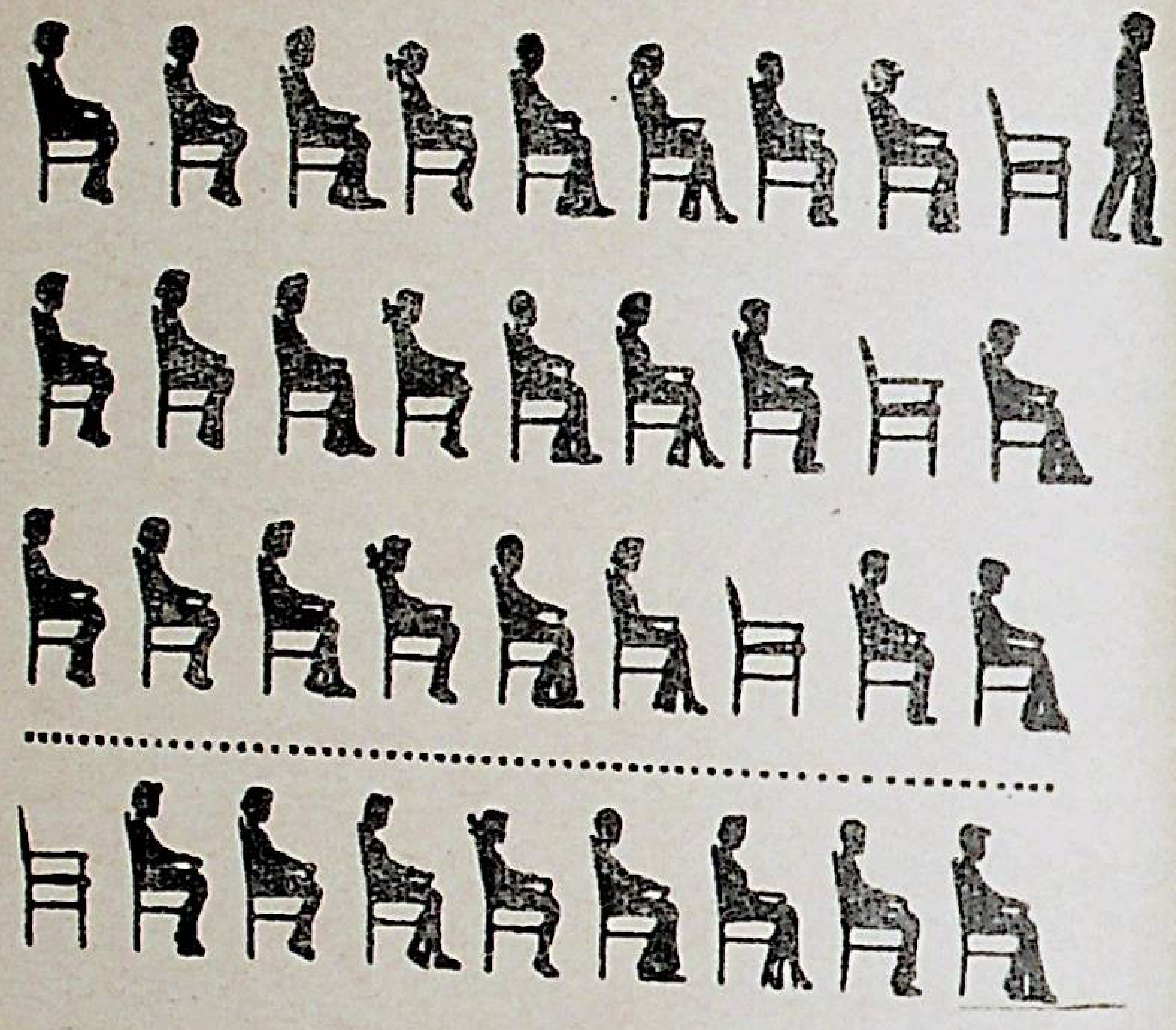
Мына ушундан кийин биз төмөнкүдөй корутундуга
келебиз: жарым өткөргүчтө эки түрдүү электр тогу
болот экен. Анын биринчиси атомдордон түртүлүп
чыккан бош электрондор менен шартталат. Ошондук-
тан бул ток *электрондук* деп аталат. Ал эми экинчиси
атомдор менен байланышкан электрондордун кыймылы
менен түшүндүрүлөт. Ошондуктан бул токко *тешик-
түү* ток деп ат беришкен. Бул наам кайдан чыккан?

Балдар театрынын көрүүчүлөр залынан байкаган ку-
булушту кандайча айтып берүүгө боло тургандыгын
ойлонуп көрөлү.

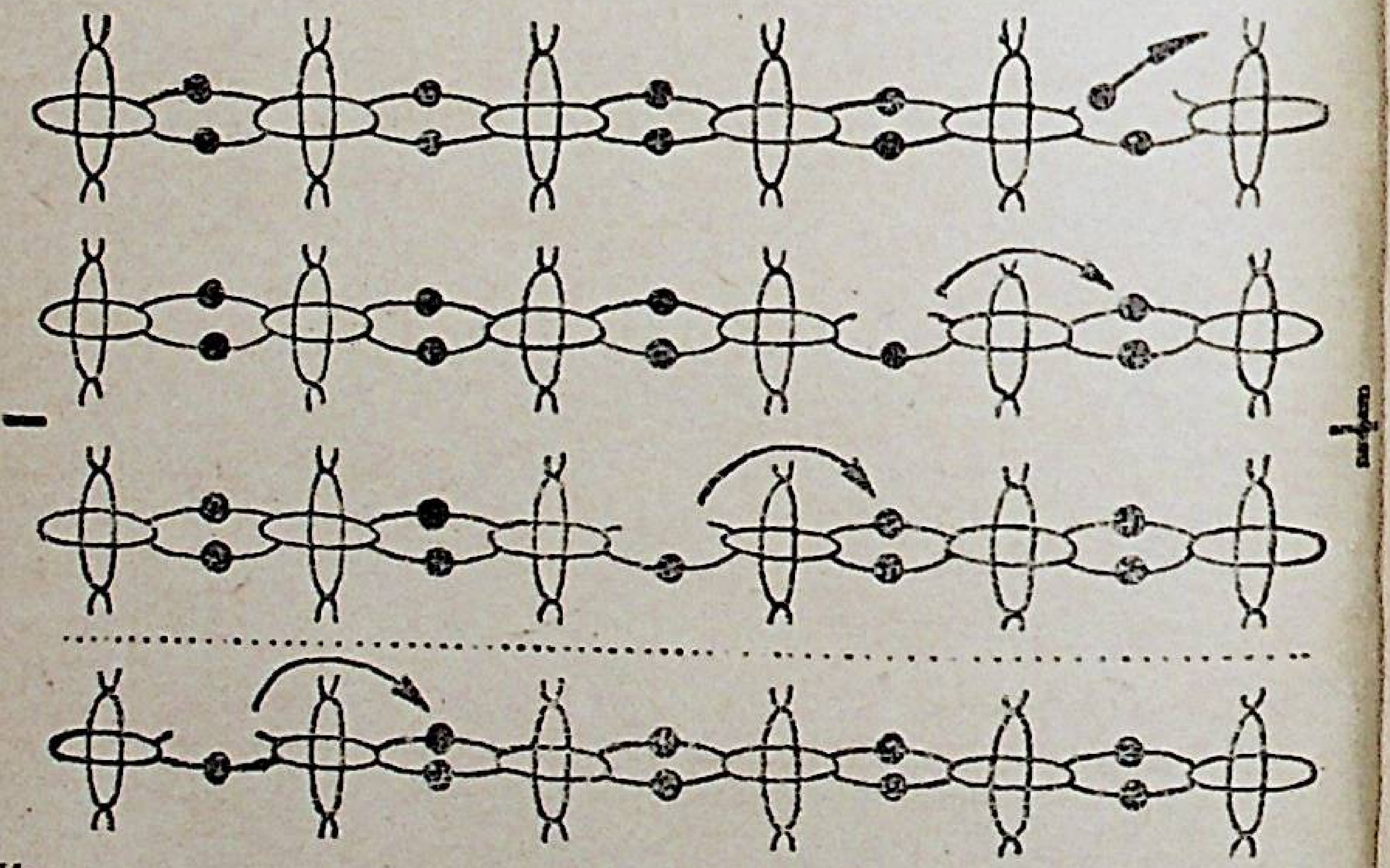
Мындай учурда биздин башыбызга төмөнкүдөй сү-
рөттөөлөр келет: биринчи катардагы бошоп калган орун-
га экинчи катардагы көрүүчү көчүп отурду; экинчи
катардагы бош орунга үчүнчү катардагы көрүүчү ке-
лип отурду; . . . .
. . . .

—458

136103
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ



Театрдын залындагы көрүүчүлөр биринин аркасынан экинчиси сценага жакындап көчүп отурушат.



Жарым өткөргүчтүн атомдорундагы тышкы электрондор өздөрүн „кожоюндарын алмаштырышат“—электр талаасы өздөрүн тарткан гытта „бошоп калган орунга“ кечүшөт. Ал эми атомдордун ор сундагы бузулган байланыш /тешик/ ошол эле учурда театрд көрүүчүлөр залындагы бошоп калган орун сыяктуу эле арт жылат.

отуз тогузунчу катардагы бошоп калган орунга кыркынчы катардагы көрүүчү келип олтурду. Канчалык көп сөз! Муну окууга канчалык көп убакыт кетет! Ал эми кубулуштун кандай болгондугу белгисиз болсо, бул сөздөрдү айтмайынча түшүндүрүүгө болбойт эмеспи. Ансыз түшүндүрүү кыйын! Мына ошондуктан бул кубулушту адеп айта баштаганда биз бекер жеринен ушундайча түшүндүргөн жокпуз. Ансыз чаташып калмакпыз.

Эгерде биз театрдын залында болгон окуяны билген болсок, ал жөнүндө айтып берүү бир кыйла кыскараак болушу мүмкүн: бул учурда бошоп калган орун биринчи катардан кыркынчы катарга жылды деп айта алабыз.

Жарым өткөргүчтүн кристаллчасында мына ушундай эле кубулушту байкайбыз. Электрондордун солдон оңду көздөй бир кадам жылып олтургандыгын курулай санап айтып отуруунун ордуна биз: атомдордун ортосундагы бузулган байланыш бүткүл кристалл аркылуу оңдон солду көздөй жылды деп кыскача гана айта алабыз. Мына ушул бузулган байланышты физиктер жөн гана *тешик* деп атоону сунуш кылышты. Бул наам белгилүү болгондон кийин айтылып өткөн кубулуш өтө эле жөнөкөй түшүндүрүлөт: тешик кристаллча аркылуу оңдон солду көздөй кыймылда болот.

ЖАЛГАН БӨЛҮКЧӨ

Жогоруда айтылып өткөн тешик электр батарейкасынын терс полюсун көздөй кыймылда болот. Демек, ал өзүн оң электр зарядына ээ болгон бөлүкчө катарында алып жүрөт. Эгерде мына ушундай шарттуу окшоштукту уланта бере турган болсок, анда ошол тешикченин зарядын чоңдугу жагынан электрондун зарядына барабар деп кабыл алуу мүмкүн.

Мына ошентип, кубулуштарды түшүндүрүү жана эсептөөлөрдү жүргүзүү ыңгайлуу болсун үчүн физиктер жарым өткөргүчтө терс заряддалган бөлүкчөлөрдөн—бош электрондордон тышкары оң заряддалган тешикчелер да токту алып жүрөт деп айтууну шарт кылып алышкан. Мына ошондуктан электрондук жана тешиктүү деп аталган токтордун эки наамы да ушундан келип чыккан.

Электр тогун чыныгы алып жүрүүчүлөр—электрондор боло тургандыгын, ал эми тешикчелер, бул чыныгы бөлүкчө болбой тургандыгын ар дайым эсте тутуу керек. Чынында эле тешикчеде масса да, заряд да жок.

Биздин жарым өткөргүчтүү кристаллчабызда электрондор бошотулган учурда ошончолук сандагы тешикчелер пайда болот. Электр талаасынын таасири астында электрондор жана тешикчелер карама-каршы тарапты көздөй кыймылда болушат. Бул, демек, кристаллда бир эле мезгилде электрондук жана тешиктүү токтор пайда болот дегендикке жатат. Бул эки ток биргелешип жарым өткөргүчтүн электр өткөрүмдүүлүгүн аныктайт. Бош электрондор тешикчелерге караганда бир кыйла кыймылдуу экендигин гана буга кошумчалап кетүү керек. Мына ошондуктан электрондук ток тешиктүү токко караганда бир кыйла күчтүүлүк кылат.

Биз ушуну менен кристаллдардын өткөрүүчүлүгүнүн ички себептерин толугу менен ачып көрсөттүк деп ойлойсуңарбы? Жок, биз жездин закисин химиялык лабораторияга тазалоого бекер жеринен берген эмеспиз.

Биз буга чейин окуп келген нерселердин бардыгы идеалдуу таза материалдарга гана таандык болот. Ал эми реалдуу жарым өткөргүчтөрдө, аз да болсо аралашмасы болгон жарым өткөргүчтөрдө иш татаалыраак болот.

МЕЙМАН АТОМДОР

Ысык печте күйгөн кезде пайда болгон жез зымынын үстүндөгү закистин бизге тааныш катмарын эске түшүрөлү.

Лабораторияга тазалоого бергенге чейин анын кандай аралашмалары болгон?

Сырт жагынан ага кислороддун ашык атомдору сөзсүз түшкөн болуу керек. Бул атомдор ага абадан келип түшкөн. Ал эми ич жагынан (металлга жанаша жаткан жагынан) закиске жездин ашык атомдору кирип калат.

Төмөнкүлөрдүн кайсынысы электр тогун жакшы өткөрө тургандыгын салыштырып көрөлү: идеалдуу таза закись жакшы өткөрөбү, же жездин бир кыйла сандагы атомдору аралашкан закись жакшы өткөрөбү?

Жездин „ашык“ атомдорунун кошулушу жарым өткөргүчтүн электр өткөрүүчүлүгүн чукулунан көбөйтө тургандыгын тажрыйба көрсөттү.

Бул кубулушту кандайча түшүндүрүүгө болот?

Закистин катмарына жездин „ашык“ атомдору кирет, ал эми абадан — кислороддун „ашык“ атомдору кирип калат.

Жездин закиске өткөн атомдордун тышкы электрондору закистин өзүнүн атомдорунун тышкы электрондоруна караганда бир кыйла тезирээк бошонот; жездин атомдорунун электрондору бошонгон учурда аралашмада тешикчелер пайда болбойт. Жездин атомдорунун бошоп калган орундарына закистин атомдорунун электрондору бара алышпайт, бул үчүн алардын энергиясы жетишпейт. Мына ошентип, жездин „ашык“ атомдору бош электрондордун булагы болуп *гана* кызмат кылат. Бул бош электрондор ушундай жарым өткөргүчтө токтун *негизги* алып жүрүүчүлөрү катарында роль ойнойт. Мына ушундай аралашмаларды *донордук*[1] аралашмалар деп аташат, ал эми ушундай аралашмалары болгон жарым өткөргүчтөрдү *электрондук* деп аташат.

Мына ошентип, жездин ашыкча бөлүгү закистин өткөрүүчүлүгүн жогорулатат. Тажрыйбанын мындайча болуп бүтүшү биз үчүн күтүлбөгөн окуя болуп эсептелген эмес: жарым өткөргүчтүү материалга бир аз металл кошулду, ошондуктан бул заттын электр өткөрүүчүлүгү мындан жакшырууга тийиш деп күтүүгө болот эле. Бирок ошондой болгон соң, металлдын эч кандай касиеттерин көрсөтпөй турган кислороддун ко-

[1]. Латындын „берүүчү“ деген сөзүнөн алынган.

шулушу закистин электр өткөрүүчүлүгүн азайтуу[су]
тийиш эмес беле?

Эч качан андай болбойт!

Тажрыйба жасоо менен мындай болбой тургандыгына көзүбүз жетип ишенебиз. Кислороддун атомдорунун бир аз кошулуп кетиши, закистин электр өткөрүүчүлүгүн төмөндөтмөк турсун, тескерисинче, бир кыйла жогорулатат,—жездин атомдору кошулган сыяктуу эле жогорулатат. Ошентип дагы бир табышмак келип чыкты!

Бирок бул табышмак оңой эле чечилет.

ЭЛЕКТРОНДОРДУ КАРМООЧУЛАР

Жарым өткөргүчтөрдө электр тогун өткөрүүчүлөр болуп жалаң гана бош электрондор эсептелбей тургандыгын эске түшүрөлү. Мындай ролду жогоруда айтылып өткөн тешикчелер да—электрондор калтырып кеткен орундар ойноп алат. Көрсө, жездин закисиндеги кислороддун ашык атомдору аркылуу тешикчелер түзүлөт экен. Бул кубулуш кандайча болот?

Кислороддун „ашык“ атому өзүнүн гана электрондорун бекем кармап турбастан, ал айланасындагы электрондорду да өзүнүн сырткы катмарына тартат. Закистин атомдору менен байланыштуу болгон электрон таптакыр бошоп кетүүгө караганда жаңыдан келген кислороддун атомуна бир кыйла оңоюраак тартылат. Ошентип кислороддун атомдору тарабынан кармалган электрондордун ордунда бош орундар калат, закистин атомдорунун ортосундагы электрондук байланыштарда бош орундар калат. Жарым өткөргүчтө электрондору жок мына ушундай орундар—тешикчелер көп пайда боло баштайт. Мына ошол тешикчелер мында токтун негизги алып жүрүүчүсү болуп калат.

Ушундай аралашмалуу жарым өткөргүчтөрдү физиктер *тешикчелүү* жарым өткөргүчтөр деп атап коюшкан. Ал эми аралашмалардын өзү *акцептордуу*[1] деген наам алган.

Жездин закисиндеги аралашмалардын түрүнө жараша ал электрондук же тешикчелүү жарым өткөргү[ч]

1. Латындын „кабыл алуучу“ деген сөзүнөн алынган.

[б]оло ала тургандыгын биз жогоруда айтып өттүк. Бул [к]ырдаал жарым өткөргүчтүү материалдардын бардыгына таандык болот. Көрсө, мейман атомдор кожоюн атомдордун мүнөзүнө жана жүрүш-турушуна өтө күчтүү таасир этет турбайбы. Көп учурларда мындай аралашмалардын болор-болбос өлчөмү жарым өткөргүчтүн электрдик касиеттерин чукулунан өзгөртүп жиберет.

Мындай учурда алардын электр өткөрүүчүлүгү ондогон, жүздөгөн, миңдеген эсе, ал тургай жүз миңдеген эсе жогорулап кетет! Температурадан жана сырткы чөйрөнүн башка таасирлеринен болгон көз карандылыгы айрыкча жогорулайт.

Бул кубулуштагы эң башкы нерсе мына мында турат: тазартылган жарым өткөргүчкө бул же тигил аралашманы белгилүү санда кошуу менен, адам бул сыяктуу материалдардын электрдик касиеттерин сезимдүү түрдө башкара алат. „Ашык“ атомдор таптакыр ашык болбой калат. Ал эми чынында мына ушул мүмкүндүк жана көп сандаган жарым өткөргүчтүү приборлорду жана жабдууларды түзүүгө шарт түзүп олтурбайбы.

ЧЫНЫГЫ ТЕОРИЯ ЖӨНҮНДӨ

Мындан ары карай сүйлөөнүн алдында автор кечирим суроого мажбур болот.

Түшүндүрүүлөр көзгө көрүнүктүү жана түшүнүктүү болсун үчүн процесстердин физикалык кубулуштарын бир кыйла жөнөкөйлөштүрүп айтууга туура келди. Ал эми чынында окумуштуулар биз бул жерде айтпай кеткен көп нерселерди эсепке алышат.

Адеп караганда таң каларлык бир кубулуш байкалган сыяктанат: электрон өз ара карама-каршы болгон касиеттерге ээ болгон сыяктанат! Ал өзүн бөлүкчөлөрында гана алып жүрбөстөн, ошону менен бирге толкун сыяктуу да алып жүрөт. Бул фактыны дароо түшүнүү кыйын, ал эми физиктер ага көнүп калышкан,—өтө майда бөлүкчөлөрдүн дүйнөсүнүн өзгөчөлүгү ушундай болгон соң, эмне кылмак элек. Бирок бул кубулуш төгүнгө чыгарылбас түрдө далилденген.

Эгерде электрондун толкундук касиеттерин жана өтө майда бөлүкчөлөрдүн мындан башка спецификалык

Социалисттик Эмгектин Баатыры академик Абрам Федорович Иоффе.

өзгөчөлүктөрүн — ала
өз ара байланыштарын,
ара таасирлерин эсепке
турган болсок, — анда б
чейин айтып өткөндөр
бардыгын так эсептөө
менен айтып берүүгө бо
эле.

Мындай иш өтө кый
Бул учурда физиктер
алдында мурда белги
болгон көп тоскоолдукт
пайда болот. Бул тоскоо
дуктардан кутулуу үчү
ар түрдүү гипотезалар
айтууга, зор эсептөөлөр
жүргүзүүгө, татаал тажры
баларды жасоого туура к
лет.

Ошондуктан жарым ө
көргүчтөрдүн теориясын т
зүү, илимдин эң сонун ж
ниши болуп эсептелет. Бул көп сандаган изилдөөч
лөрдүн көп жылдарга созулган изилдөөлөрүнүн жыйы
тыгы болот. Алардын ичинде Социалисттик Эмгект
Баатыры академик Абрам Федорович Иоффе башын
турган советтик физиктерге бир кыйла роль таанды

Азыркы мезгилде жарым өткөргүчтөрдүн теорияс
өнүгүп жана өркүндөп жатат.

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨРДҮ АЛУУ

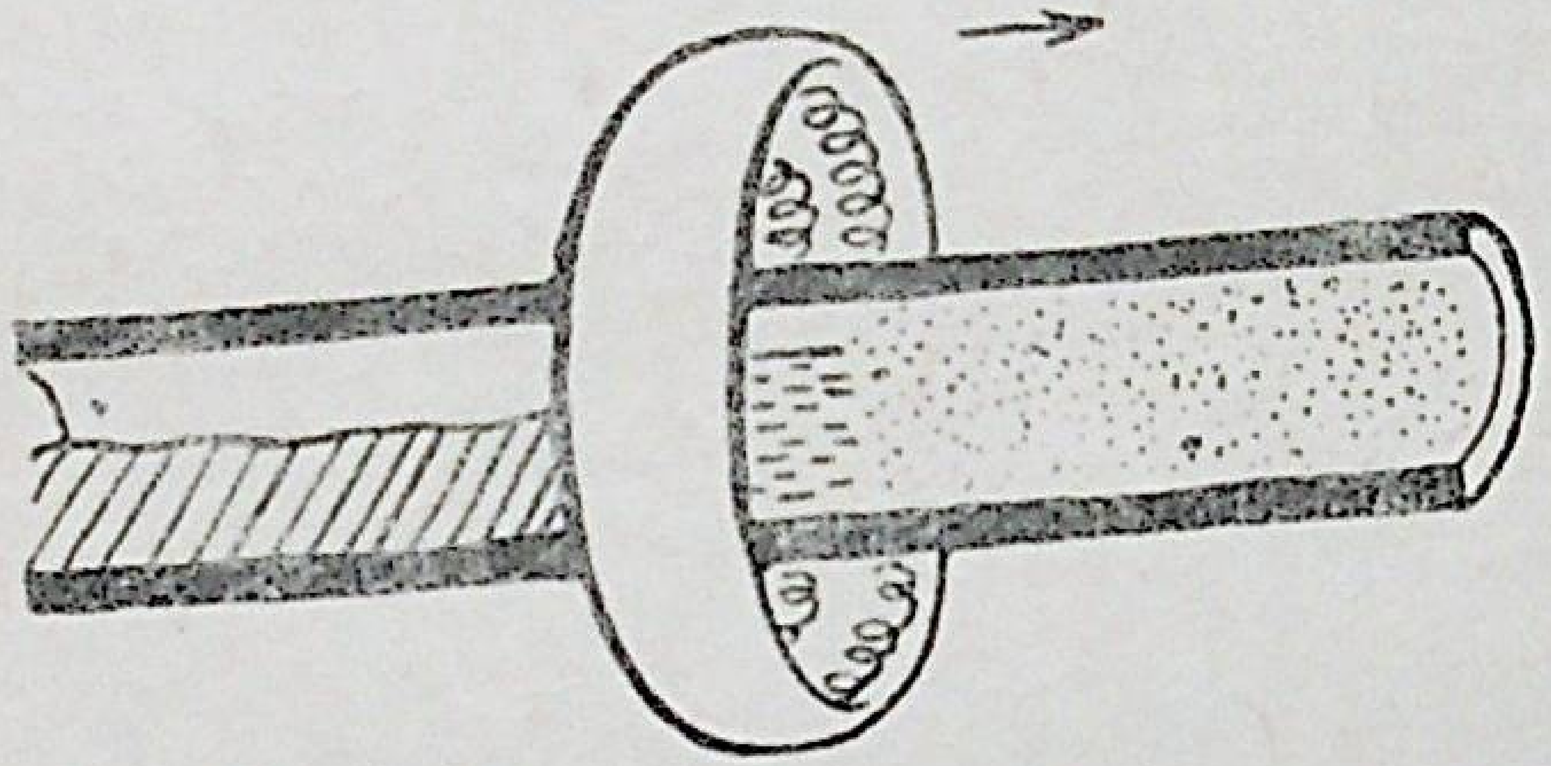
Ошентип, жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрү
чүлүгүнүн сырларын илим ачып салды. Бош электро
дордун жана тешикчелердин ролу, ошондой эле ж
рым өткөргүчтүү материалдардын касиеттерине аралаш
малардын көрсөткөн таасиринин себептери түшүнүктү
болуп калды.

Күн мурунтан „заказ“ кылынган бул же тигил к
сиеттеги жарым өткөргүчтү алуу үчүн эмне талап кы
лынат?

Теория буга мындай деп жооп берет: адегенде ма

териалды өтө кылдаттык менен тазалап, андан кийин атайлап тандап алынган зат менен аны бир аз „кирдетүү“ керек.

Жарым өткөргүчтү кирдетип, ага аралашмаларды кошуу анчалык кыйын болбойт. Бирок, адегенде аны жакшылап тазалоо көп учурларда кыйынчылык туудурат. Кээ бир учурларда он миллиард атомго бир гана чоочун атом туура келгендей кылып материалды тазалоо талап кылынат эмеспи! Жүктү өзү түшүрө турган машинадагы толтура кумдун ичине аралашып кеткен бир нече гана кызыл кумду таап көргүлөчү! Жарым өткөргүчтөрдү тазалоо боюнча химиктердин алган тап-

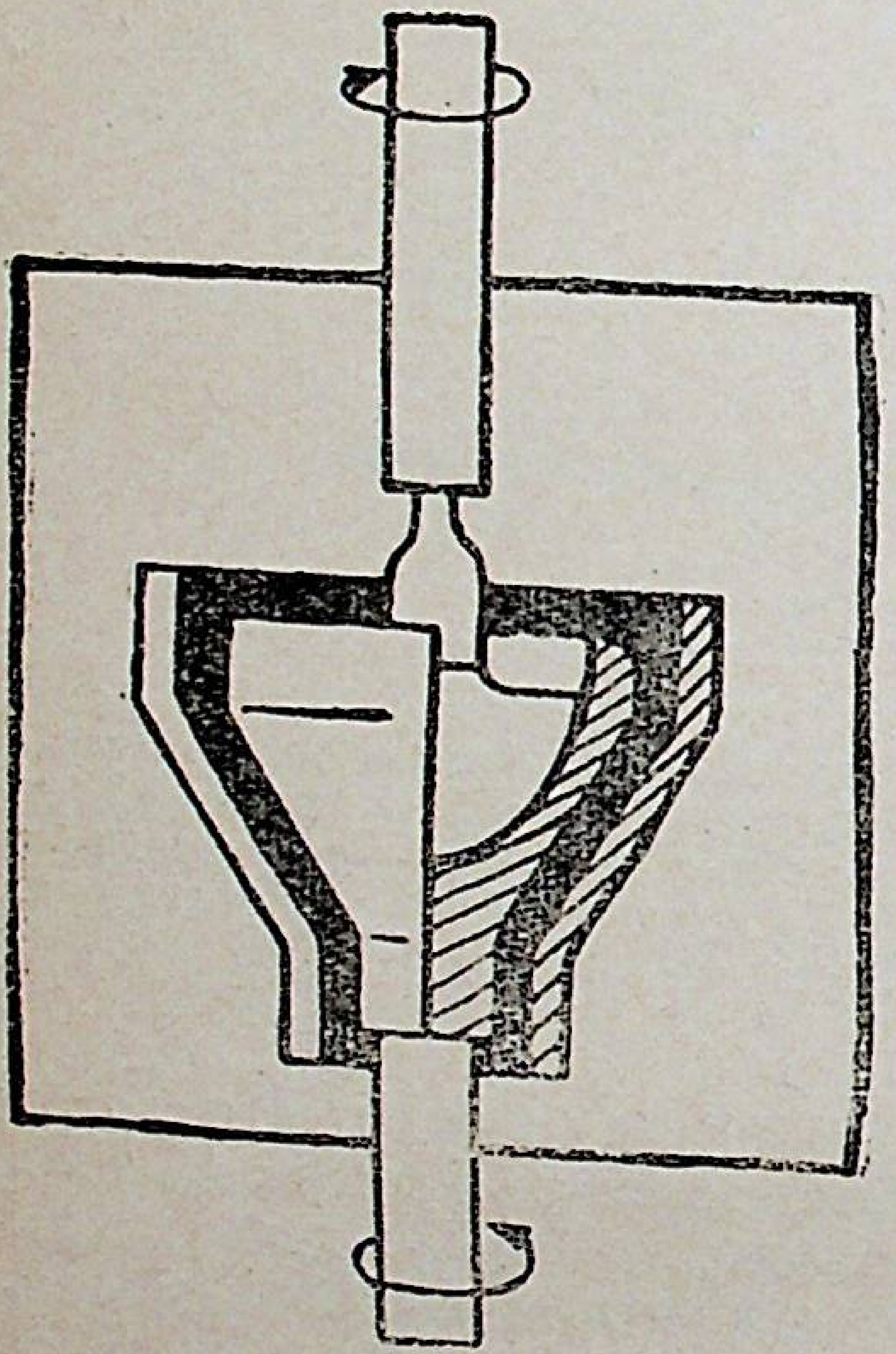


Кварц түтүкчөсүндө—порошок сыяктуу майдаланган жарым өткөргүч. Шакектүү печка солдон оңду көздөй акырын жылып турат. Анын алдындагы порошок эрийт да, суюктуктан аралашмалар түртүлүп чыгат. Ушундай жол менен жарым өткөргүчтөрдү аралашмалардан тазалашат.

шырмалары мындан да кыйыныраак болот: атомдорду кол менен кармоого болбойт эмеспи: кумдун кичинекей бир тогологундагы атомдордун саны деңиз жээгиндеги кумдун күкүмдөрүнүн санына барабар келет. Ошондой болсо да азыркы мезгилдеги химия жана металлургия бул кыйын милдетти ийгиликтүү түрдө аткарып жатат.

Кандайдыр бир үйдө бир бочка бадыраңды туздап сарайга алып барып коюшту дейли. Бир сапар катуу суук болуп туздаган бадырандын үстү тоңуп калды. Ошонун музунан бир аз оозуңарга салып көргүлө, бул учурда анын таптакыр тузсуз экендигине көзүңөр жетип ишенесиңер.

Туздаган бадырандагы суу таза бойдон тонуп,
эми туздун аралашмасы эритменин ичинде калган.
Тоңо турган заттар өздөрү кристаллдаша турган
юктукка караганда ар дайым таза болот. Бул кубул
илимде көптөн бери карай белгилүү. Ошондуктан
химиктер жарым өткөргүчтөрдү тазалоодо пайдалан
шат. Материалды порошок сыяктуу майдалап, жо
дугу сөөмөйдөй болгон узун кварц түтүкчөсүнө са
шат. Бул түтүкчө горизонталдуу абалда бекитил
Аны узата бойлоп—бир учунан экинчи учун карай
чинекей электр печкасы билинер-билинбес болуп ж



Эритиндиден жарым өткөргүчтүү монокристаллдарды тартып чыгаруу установкасынын схемасы. Кристаллдашуу бир калыпта болсун үчүн, эритинди куюлган ванна жана кристалл тынымсыз түрдө ар тарапты көздөй айланып турушат.

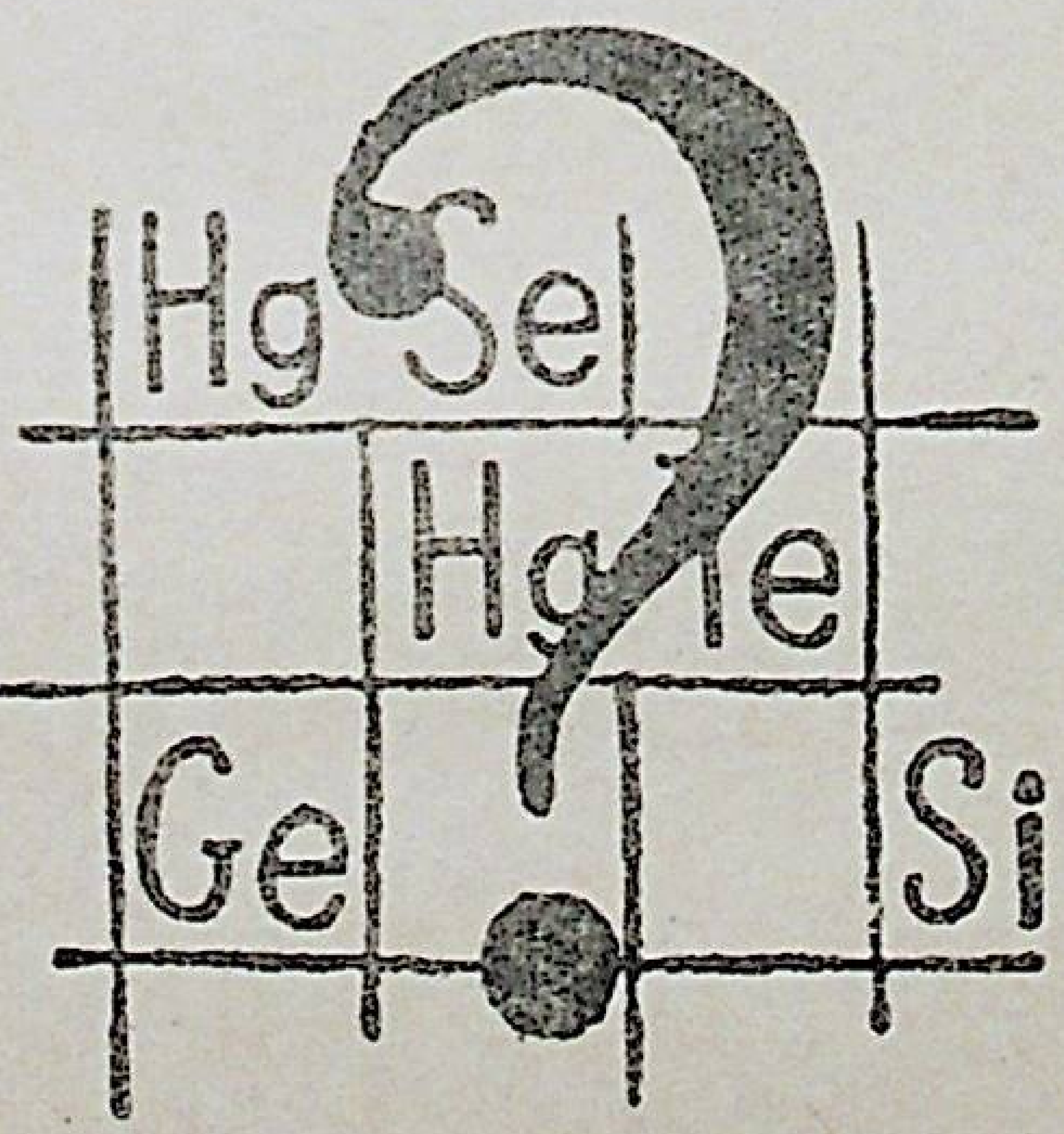
лып турат: бул печ
ич жагынан спира
коюлган (электропли
каныкы сыяктуу) кер
мика шакекчесинен т
рат. Бул шакект
печка түтүкчөнүн ичи
деги порошокту эр
тет, ал эми печка ал
жылган сайын аны
артындагы эритме ка
радан ката баштай
Бул учурда аралаш
малар алга жана арт
түртүлгөн сыяктана
(мында аралашмалар
дын катуу жана суюк
заттарда бирдей эрибе
турган жөндөмдүүлүг
роль ойнойт).

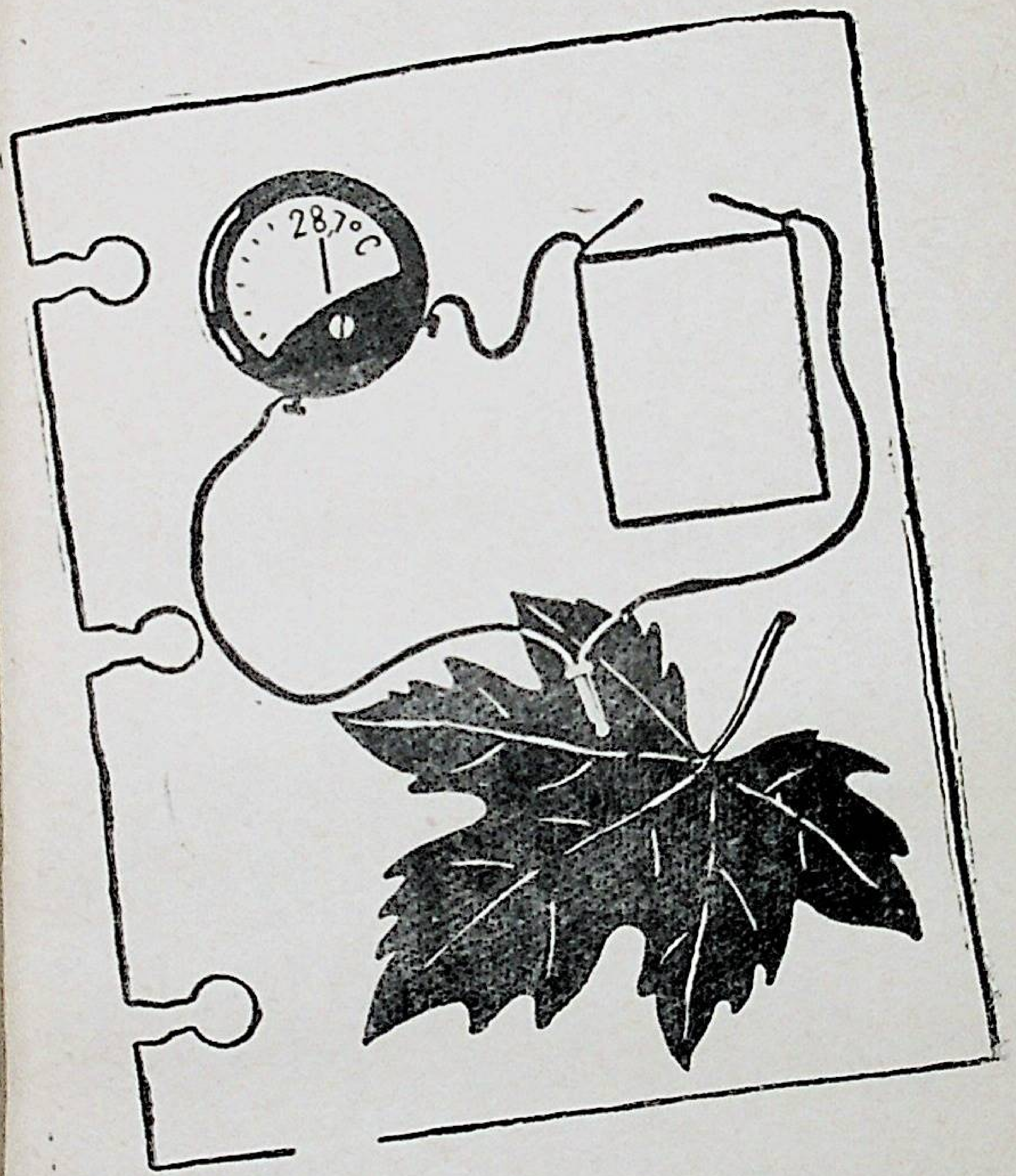
Ошентип түтүкчөнү
ортосунда таза зат па
да болот. Бирок мы
дай тазалоо убагынд
да тазалоону көп жол
кайталоого туура ке
лет.

Бир кыйла кылдат
тык менен тазало
үчүн дагы бир башк
метод сунуш кылынат

дегенде материалды эритишет, андан кийин ага тазар-
ылган кичинекей кристаллды кошот, андан кийин ошол
ошулган кристаллды акырындык менен жогору көздөй
төрө баштайт. Бул учурда кристалл чоңоё баштайт.
ристаллдашуу туура жүрсүн үчүн идишти жана ка-
улана баштаган кристаллды түрдүү тарапты көздөй
нымсыз түрдө айландыра баштайт. Кээ бир учурларда
ткүл бул операцияны абасыз чөйрөдө же атайын
смолонгон атмосферада жүргүзүшөт. Суюк таштан
шундай жол менен тазартылган материалдын бүтүн
ар мамычасы тартылып алынат. Адегенде ал да ар
айым эле жетиштүү түрдө таза боло бербейт. Тар-
ылып алынган мамычаларды кайрадан эритишет, андан
аны мамычаларды, бир кыйла таза мамычаларды тар-
ып алышат. Ошентип бул кубулушту андан ары кай-
лай беришет.

Химиялык жактан таза жарым өткөргүчтөрдү алуу,
ндүрүштүк жактан өтө татаал процесс болот. Бул
роцесс азырынча көп күчтү жана каражатты талап
ылат. Мына ошондуктан жарым өткөргүчтөр үчүн
аратылышта сырьёлордун мол болгондугуна кара-
астан, жарым өткөргүчтөр азырынча арзан болбой
турат. Бул байлыкты тез жана жөнөкөй жол менен
луу—азыркы окумуштуулардын көздөгөн максаты бо-
от. Алар бул максатка жетишет. Максат коюлган,
ын чечилүү жолу көрүнүп турат.





ТЕРМОМЕТРДИН ОРДУНА

ГРАДУСНИК ЭСКИРИП КАЛДЫ

Бизге бала кезибизден бери белгилүү болгон көп нерселер техниканын өнүгүшүнүн натыйжасында барган сайын жоголуп бара жатат. Шамдар азыркы заманда бизден алыс калып бара жатат. Жез кастрюлдун ордуна алюминий кастрюлдар пайда боло баштады. Кылымдардан бери карай даңкы чыгып келе жаткан жибек—тут жыгачынын куртунан алына турган жибек жыгачтан жана көмүрдөн жасала турган укмуштуу жандар менен алмаштырыла баштады. Паровоздор болсо тепловоздор, электровоздор жана газотурбовоздор менен алмаштырылып жатат.

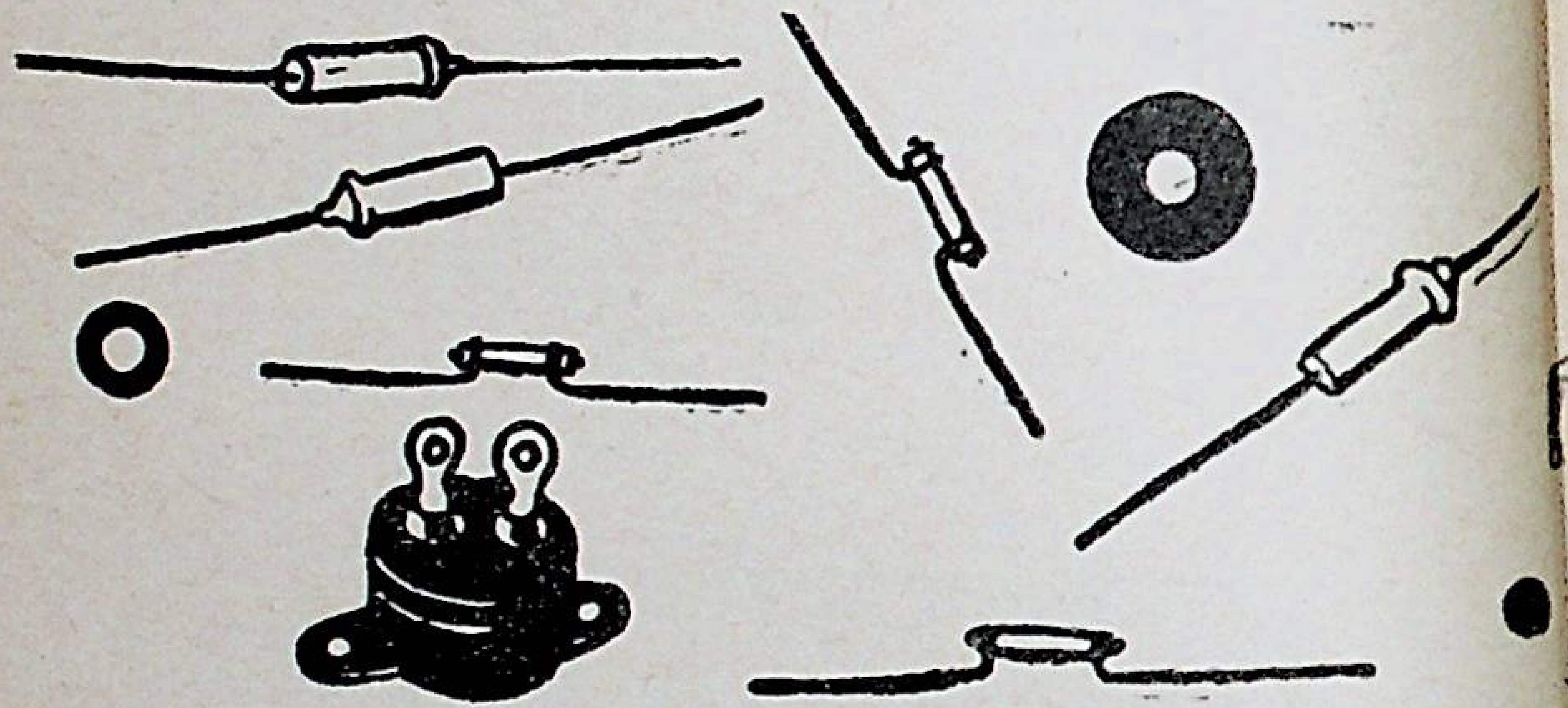
Ал эми дубалда илинип турган сымап термометри таптакыр жоголбой тургандай болуп көрүнөт. Чындыгында термометр да өзүнүн артында кичинекей мураскорун—жарым өткөргүчтүү кичинекей приборду калтыруу менен акырындап музейди көздөй жакындап бара жатат.

Биз жогоруда жарым өткөргүчтүн эң сонун өзгөчөлүгүн байкадык. Аны ысыткан кезде электр өткөрүмдүүлүгү чукулунан жогорулайт. Жарым өткөргүчтүн бул касиетин температураны өлчөө үчүн колдонуу өтө ыңгайлуу болот.

Айнек пластинкасына жарым өткөргүчтүн катмары жабыштырылат. Анын эки тарабынан металл зымдарын

туташтырат. Токтун өзгөрүп турушун байкай тур
гальванометр деген прибор аркылуу бул пластинка
зымдары электр батарейкасына бириктирилет. Бу
жөнөкөй жарым өткөргүчтүү электр термомет
термокаршылык же *термистор* деп аталат.

Суук болуп турганда электр термометри арк
өтүп турган ток анчалык көп болбойт, бирок жы



Советтик өнөр жайлар тарабынан чыгарылып жаткан кээ бир термокаршылыктар мына ушундай түрлөрдө болот

боло баштаган сайын ток күчөй баштайт. Бул учу
прибордун стрелкасы температуранын жогорулаш
белгилөө менен, аны түздөн-түз эле Цельсийдин г
дустарында көрсөтөт.

Биздин заводдорубуз өтө ар түрдүү термостор
чыгарып жатат. Бул термисторлор пластинка, ай
баллончосу же зымдар туташтырылган мончок сы
туу, кичинекей тегерек таблетка сыяктуу, же түзд
түз эле гальванометрдин стрелкасына жабыштырыл
жарым өткөргүчтүн билинер-билинбес тагы сыякт
формада болот.

МИНДЕГЕН ӨЛЧӨӨЛӨР

Көп учурларда силер өзүңөрдүн сезүүңөргө ише
бей бөлмөдөгү градусникти карайсыңар. Эгерде гр
дуснектеги жалтыраган суюктуктун мамычасы, айталы
он төрт цифрасын көрсөтүп турса, демек, салкынра

болот, бул учурда печкага от жагуу керек, же борбордук жылытуунун батареясынын кранын ачып коюу керек.

Бирок өзүңөрдү жүздөгөн жана миндеген бөлмөлөрдүн температурасын бир эле мезгилде тынымсыз байкап турууга милдеттүү болгон чоң имараттын комендантынын ордуна коюп көргүлө. Бул имарат өзүнүн жасалышында жана сыналышында туруктуу температураны талап кыла турган кандайдыр бир так приборлордун заводу бол-
ун дейлик. Мындай учурда эмне кылуу керек?

Ар бир бөлмөгө баягы эле сыналган жардамчылар-
ы—сымап термометрлерин илип көрөлү. Бирок бир
дам анын бардыгын байкап тура алабы? Мындай учур-
а чабармандардын бүткүл бир штатын кармап турууга
уура келер эле. Бирок эгерде силер сымап термо-
етрлеринен баш тартып, аларды термокаршылыктар
енен алмаштырсаңар, анда бул маселе өтө оңой че-
илет. Миндеген цехтерден, складдардан, лаборатория-
ардан термисторлордун жүргүзүлгөн зымдары темпера-
ура жөнүндөгү көрсөткүчтөрдү комендантын бөлмө-
үндөгү приборго өтө тез жана ишенимдүү түрдө жет-
ирип турат. Мындан борбордук жылытуунун автомат-
ык башкаруусуна чейин бир гана кадам калат.

Биздин заманда инженерлерге кадимки термометр
аптакыр колдонулууга мүмкүн болбогон орундардагы
емператураны байкап турууга туура келет. Кадимки
ермометрдин жардамы менен татаал машинанын ичин-
еги кандайдыр бир тетиктин канчалык ысыгандыгын
ныктап көргүлөчү. Муну кадимки термометрдин жар-
амы менен аныктоого болбойт. Тез эле сынып кала
урган приборду машинанын ичине алып бара албай-
ын, алып барган кезде да анын көрсөткөнүн байкай

албайсың. Ал эми машинанын сүрүлүүчү бөлүктөрү өтө ысып кетишинин алдын алып, подшипникте эрип кетүүдөн сактоо үчүн жана ар түрдүү шартта механизмдердин ишинин өзгөчөлүктөрүн белгилөө ү бул зарыл болот эмеспи.

Термисторлор биздин айыл чарбабызга да көп п даларды келтирүүгө тийиш. Бүткүл союздук айыл ч ба көргөзмөсүндөгү „Ленинград—Түндүк-батыш" де павильондогу В. И. Ленин атындагы Бүткүл союз айыл чарба илимдер академиясынын Ленинградд агрофизикалык институтунун стендин көрүүчүлөр кызыгуу менен көрүшөт.

Силер бул стендадан өтө эле ар түрдүү электр т моментрлерин көрө аласыңар. Алардын арасында уз бир нече метрге жеткен штангалар да бар. Алар үйүлүп жаткан эгиндин арасына матырышып, эгин ысып, бузулуп кетпегендигин же өзүнөн өзү күйүп к пегендигин текшеришет. Ал эми канжарга окшо башка бир термисторду агрономдор жазында же матырышып, кыртыштын канчалык тереңдиги жы баштагандыгын байкашат. Бул шарт себүүнүн ту мөөнөттөрүн белгилөөгө жардам берет. „Термопау деп аталган башка бир аппарат ошондой эле мак үчүн кызмат кылат. Анын зымдан жасалган „буттар анчалык чоң болбогон термисторлорго бириктири да, ал термисторлор кыртыштын үстүнкү бетинин ж лый баштаган даражасын аныктайт, ал эми прибор стрелкасы орточо температураны көрсөтөт.

Бирок мындагы автоматтык дистанциялык эле термометри баарыдан кызык. Колхоздун башкарма нын имаратында же лабораторияда столдун үстү кичинекей аппарат турат. Бул аппараттан зымдар к паларга,жашылча сакталуучу, эгин сакталуучу ж ларга созулуп кетет. Алардын бардыгында терм торлор орнотулган. Эгерде алардын кайсы бир жери мурунтан белгиленген температура өзгөрө турган бо со, борбордук аппараттан коңгуроо берилет. Бул агр номго берилген сигнал болот: кампадагы температур лык режим бузулуп, аны калыбына келтирүү үч шашылыш чараларды көрүү зарыл болот.

Дистанциялык термометрлер—айыл чарбалык пр борлорду куруу ишиндеги жаңылык болуп эсептеле

Бул сыяктуу жабдуулар жакын арада илимдин жана техниканын көп сандаган башка тармактарында да колдонулууга тийиш.

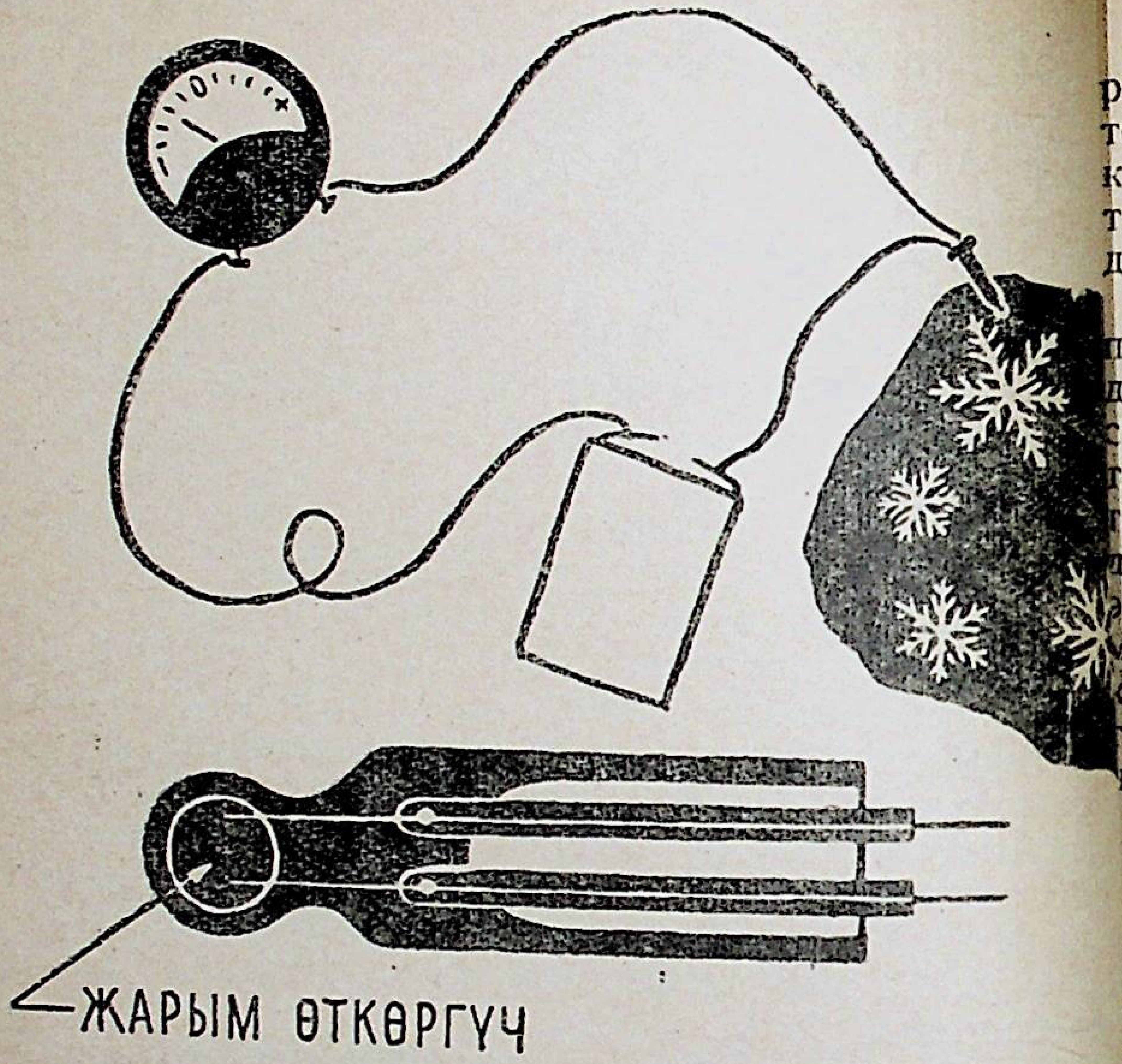
Метеорологдор булут артындагы бийиктиктердин температурасы жөнүндө маалыматтарды, ал эми геологдор жердин терең катмарларындагы температура жөнүндө маалыматтарды билгилери келишет. Мына ушундай учурларда температураны өтө эле жөнөкөй жана эффективдүү түрдө өлчөй турган курал болуп термистор эсептелет.

СЕЗГИЧ ИЙНЕ

Силердин башыңар ооруп, далыңар куруша баштады дейлик. Ошол учурда силер колтугуңарга медициналык термометрди коюп, он—он беш минутага чейин термометрдин сымап мамычасы көтөрүлгүчө күтүп отурасыңар. Прибор өтө эле жай иштейт. Үй шарттарында прибордун мындай жай иштеши анчалык ыңгайсыздыкты туудурбай тургандыгы ырас. Бирок чоң ооруканаларда температураны өлчөө татаал процедурага айланат. Ал эми температураны термистор менен өлчөө башкача болот.

Термокаршылыкты медициналык максаттар үчүн колдонууга биринчи болуп москвалык физиктер А. Б. Фромберг жана А. С. Егоров-Кузьмин ылайыкташтырды. Бул приборду сыноого чакырылган профессор-медик аны менен өзүнүн колунун температурасын жарым секунданын ичинде өлчөөгө жетишти! Андан кийин профессор термисторду кан тамырга тийгизди эле, прибордун стрелкасы жылып кетти. Бул учурда прибор температуранын болор-болбос айырмасын сезди. Профессордун жанында турган врачтар муну көрүп кубанып кетишти.

Кийинчерээк буга окшогон приборлордун—микроэлектротермометрлердин бир нече типтерин Ленинграддагы агрофизикалык институттун кызматкери В. Г. Карманов түздү. Ойлоп чыгаруучу ал приборго—„ийне" деген наам берди. Бул прибор формасы жагынан учталган карандашка окшоп кетет. Анын учунда жарым өткөргүчтүү шарик болот. Шариктин диаметри—0,5 миллиметрден 50 микронго чейин (50 микрон—



Микроэлектротермометрлеринин бири көрсөтүлгөн. Прибор ушунчалык кичине болгондуктан, кар бүртүкчөсүнүн температурасын да өлчөй алат. Төмөн жакта— —„ийне“ деп аталган микроэлектротермометринин схемасы көрсөтүлгөн.

адамдын чачынын жоондугундай болот). Жарым өтк гүчтүн тырнактай бөлүкчөсү сырт жагынан өтө ж айнек катмар менен сакталып турат, ага электр то берип тура турган эки платина зымы киргизилген.

Прибор тезирээк иштеп, температуранын өзгөрү тагыраак көрсөтсүн үчүн шарик өтө эле кичине жасалган. Ошонун натыйжасында ал тез ысып ж тез муздайт. Бул „ийне“ температуранын мурда ан тоого мүмкүн болбогон өзгөрүштөрүн, башкача а канда секунданын ондук, ал тургай жүздүк үлүш рүнүн ичинде болуп өткөн өзгөрүштөрүн аныктоо мүмкүндүк берет.

Сезгич элементтердин өтө эле кичинекей өлчөм

рүнө ээ болгон электр термометрлери бар, мындай термометрлерди түздөн-түз адамдын аш казанына же кызыл өңгөчүнө киргизип өлчөөгө болот. Микроскоптук шарик кан тамырдагы кандын температурасын түздөн-түз так өлчөөгө мүмкүндүк берет.

Москвадагы хирургиялык аппараттардын жана аспаптардын илим-изилдөө институтунда ар түрдүү медициналык электротермометрлеринин бүткүл бир сериясы түзүлгөн. Врачтар аларды практикада колдоно баштады. Температураны жетимиш градус сууктуктан тартып, эки жүз элүү градус жылуулукка чейин бирдей эле даражада жакшы өлчөөгө боло турган микроэлектротермометрлери түзүлгөн. Микроэлектротермометринин мындай кеңири диапазону анын тез аракет кылышы менен айкалышканда, техниканын эң эле ар түрдүү тармактарын көздөй бул жаңы приборго кеңири жол ачып берет.

МИҢ ГРАДУС ЫСЫКТЫКТА

Термокаршылыктар канчалык жакшы болсо да, алардын бир жетишпегендиги бар. Өтө күчтүү ысыкка алар чыдай алышпайт. +250, +300° Цельсийге туруштук бере турган приборлор бар. Бирок бул азынча чек болуп эсептелет. Эгерде жарым өткөргүчтү андан күчтүү ысыта турган болсоңор, сөзсүз бузуп аласыңар.

Ошондой болсо да, 900, 1000 градус жана андан да жогору болгон температураны жөнөкөй жана ишенимдүү түрдө өлчөй турган приборлордун болушу зарыл. Металлургдар, машина куруучулар көптөн бери эле эсеп келе жатышат: азыркы методдор менен металлдарды эритүү убагында жана жасалган буюмдарды ыноо убагында температуранын өлчөнүшүнүн зарыл болгон тактыгына жетишүү кыйын.

Жарым өткөргүчтөрдүн физикасы ушул маселени эче албай калдыбы?

Жок, бул проблеманын чечилиши мүмкүн.

Биз мындан мурда өтө күчтүү ысытылган кезде жарым өткөргүчтөргө айлана турган изоляторлор жөнүндө айтып өттүк. Эми аларды колдонууга болот. Ошондой заттан стержень жасап аны печке салабыз.

Ошол стержендин электр өткөрүүчүлүгүнүн өзгөрү... боюнча анын температурасын аныктоого болот. М... ушундай кыйындык менен эрий турган стерженде... нинграддагы Ульянов (Ленин) атындагы электротех... калык институтта жасалган.

Жалгыз гана стержендин болушу жетиштүү бол... тургандыгы ырас. Аны электр тармагына туташты... керек эмеспи. Муну кантип ишке ашырууга бо... Стерженди печтин ичинде металл зымдарына жөне... гана туташтырып коюуга болбойт. Мындай учурда ... горку температурада химиялык реакция башталат... зымдын туташтырылган орундарында окистин катм... пайда болуп, контакт начар болуп калат.

Стержендин учтарын печтин капталдары аркы... сыртка чыгаруу да мүмкүн эмес. Бул учурда печ... сыртына чыгарылган стержендин учтары муздак бол... өзүнүн жарым өткөргүчтүк касиеттерин жоготуп к... да, кайрадан изоляторго айланып, электр тогун өтк... бөй калат.

Бул маселенин айласын табуу үчүн башка жолд... ду издеп, установканы татаалдаштырууга туура кел...

Температураны аныктоонун дагы бир эң сонун ж... бар. Бул жолду колдонгон кезде термометрди ысыт... ган нерсенин ичине түздөн-түз киргизүүнүн же а... жанына коюунун зарылдыгы болбойт. Мындай жо... колдонуу менен температураны аралыктан туруп өлч... гө, болгондо да өтө алыс аралыктан туруп өлчө... болот.

АЛЫСТАН БАЙКАЛГАН ТЕМПЕРАТУРА

Күн бизден 150 млн. километр аралыкта турат. ... эч ким учуп барган эмес, анын температурасын эч ... термометр менен өлчөгөн эмес. Ошондой болсо ... Күндүн үстүнкү бетинин температурасы илимде жак... белгилүү. Бул маалыматтарды бизге Күндүн жары... алып келди.

Күндүн нурлары Жерге жеткенде физикалык ла... раторияга дуушар болду. Мында анын жолуна ай... призманы коюшту, ошол учурда күндүн нуру түрд... түстөгү тилкелерге бөлүнүп, мындай деп айткансы... мен ушундаймын, менин бардык сырларымды көр...

турасыңар; эми менин родинамда канчалык ысык экендигин өзүңөр таап көргүлө.

Окумуштуулар буга чейин жердин үстүндөгү кадимки шоолалар менен—өтө кызытылган ар кандай буюмдар чыгарган шоолалар менен тажрыйба жүргүзүп келишкен. Мындай шоолалар призма аркылуу өткөн кезде алар да спектрдин тилкелерине ажыраган. Ар түрдүү температураларда пайда болгон шоолалар ар түрдүү спектрлерди берген. Нерсени миң градуска чейин ысытканда шоола энергиясы спектрдин кызыл бөлүгүндө көбүрөөк пайда болгон; ал эми эки миң градуска чейин ысытканда спектрдин кызыл бөлүгүндөгү энергия азайып, сары бөлүгүндөгү энергия көбөйө баштаган; температураны үч миң градуска жеткиргенде спектрдин көк бөлүгүндө энергия көбөйөт, ошентип бул кубулуш улана берет. Физиктер мындай тажрыйбаларды көп жолу жүргүзүп көрүшүп, акыр аягында температурага жараша спектрде энергиянын бөлүнүү законун ачышты.

Закон белгилүү болгон соң, Күндүн спектри жөнүндө көпкө чейин баш катырып отурууга болбой калды. Көрсө, күндүн үстүнкү бетинин температурасы +6000 градус Цельсийге барабар экен.

Бул кубулушка жарым өткөргүчтөрдүн кандай тиешеси бар деп силер сурап каларсыңар?

Бул суроо абдан туура.

Көрсө, спектрдин түрдүү бөлүктөрүндөгү энергиянЫ атайын жасалган жарым өткөргүчтүү термисторлор менен бир кыйла ыңгайлуу жана так өлчөөгө болот экен.

ЭҢ СОНУН БОЛОМЕТР

Жука пластинка түрүндө жасалган өтө кичинекей термокаршылыкты капкара түскө боёп салышты. Андан кийин термисторду айнек баллончосуна салып, приборго тышкы чөйрө тоскоолдук кылбасын үчүн андан абаны чыгарып салышты. Бул учурда болометр деп аталган прибор пайда болду. Пластинкага түшкөн шоола энергиясынын бардыгы кара боёк аркылуу жутулуп кетет. Бул учурда ал жылуулукка айланат да термисторду ысытат.

Температуранын бир аз гана өзгөрүшү термистордун

электр өткөрүүчүлүгүн өзгөртө тургандай кылып, а
материалы тандап алынган. Бул кырдаал жарым өт
гүчтүү болометр менен шоола энергиясынын болор-б
бос үлүшүн өлчөп алууга мүмкүндүк берет. Бул п
бор аркылуу атап айтканда спектрдин түрдүү бөлүк
рүндөгү шоола энергиясынын санын аныктоого бо

Печтин заслонкасын ачып, андан бир аз шоола
гаргыла. Анын спектрин болометр менен изилдеп
рүп, анын кайсы жеринде көбүрөөк энергия топтол
дугун аныктай аласыңар. Мына ушул көрсөткүч
боюнча температураны ишенүү кыйын болгон град
тун жүз миңдик үлүштөрүнө чейин тактыкта аныкт
го болот!

Албетте, приборду орнотуу, анын эсептөөлөрү—б
кыйла убарачылыкты туудура турган иш. Бирок б
аракеттердин бардыгы механизацияланат.

Эми башка бир милдетти коюп көрөлү: ысытылг
бирок жаркырабаган кара нерсенин температурас
аралыктан туруп өлчөө керек.

Ушундай өлчөө мүмкүнбү?

Зымдан жасалган койгучтун үстүндө чоюн утюг т
рат. Ал ысыкпы же муздакпы? Сырткы түрүнө кар
аныктай албайсың. Демек, ага кол тийгизип көрүү к
рекпи? Кол тийгизбей деле аныктоого болот. Алакан
ңарды жакын алып келсеңер металлдан чыгып тург
жылуулук сезилет. Балким, ысытылган аба колго тий
жатпасын? Жок, мында абанын эч кандай тиешеси жо
Ушул эле тажрыйбаны абасыз боштукта кайталап к
рүп, силер жылуулукту сезе аласыңар. Көрсө, ар ка
дай ысытылган нерседен чыга турган шоола энерги
сы ушул турбайбы. Бирок мында шоолалар көзгө к
рүнбөйт. Мындай шоолаларды физикада инфракыз
шоолалар деп аташат. Бул шоолалар да жарык шоол
лары сыяктуу эле призмалар аркылуу өткөндө сынь
спектрдин тилкелерин (көзгө көрүнбөй турган) пай
кылат. Бул спектр да түрдүү температуралар үчүн ту
дүүчө болот. Жарым өткөргүчтүү болометр аркылу
инфракызыл спектрди да көзгө көрүнгөн шоола сыя
туу эле изилдөөгө болот. Демек, утюгдун температу
расын аралыктан туруп аныктоого болот турбайбы.

Инфракызыл шоолалар жөнөкөй эле жылуу нерсе
лерден да чыгып турат. Атап айтканда, инфракызы

шоолалар биздин денебизден да чыгат. Демек, адамдын денесинин температурасын да аралыктан туруп өлчөөгө болот турбайбы? Жок. Азырынча бул мүмкүн эмес—мында бир кыйла техникалык кыйынчылыктар келип чыгат. Бирок, келечекте бул мүмкүн болбойт деп эч ким айткан жок. Балким, жакын арадагы мезгилде медициналык дистанциялык жарым өткөргүчтүү электр термометри пайда болор чыгар. Бул учурда врач оору адамдын тынчын албай эле, анын температурасын аралыктан туруп аныктай алат.

Жарым өткөргүчтүү болометр өтө эле сезгич келет. Анын сезгичтиги жылуулук шоолаларын жөнөкөй гана регистрациялоо (температураны өлчөбөй туруп) мисалдарынан ачык көрүнөт. Мына ушундай приборду параболикалык иймек күзгүнүн фокусуна орнотуп, иштеп жаткан машинанын бир аз гана ысып кетишин алыстан туруп байкай аласыңар. Бул прибор учуп бараткан канаттуунун жылуулугун эч кандай кыйынчылыксыз эле регистрациялай алат; бир нече километр аралыктан ал күйүп турган папиросту белгилей алат.

Мындай бир тажрыйба жасалган. Көзгө көрүнбөгөн инфракызыл шооланы Жерден туруп Айга жиберишкен. Бул шоола Айдын бетинен чагылып, кайра кайткан-да жарым өткөргүчтүү болометр тарабынан аныкталган.

Термокаршылыктардын—жылуулукту жана температураны өлчөгүч приборлордун колдонулуу тармагы канчалык кеңири экендигин—медицинадан тартып металлургияга чейин, жердин терең катмарларынан асманга чейин, ал тургай Айга чейин колдонула тургандыгын жогорудагы көрсөтүлгөн мисалдардан көрдүк.

Бирок термисторлор жалаң гана термометр боло албы?

ҮЙЛӨӨНҮН КҮЧҮ

Үйлөө менен биз шамды өчүрөбүз. Көрсө, ошондой эле үйлөө менен электр лампочкасын да жарык кылууга болот экен.

Москвадагы политехникалык музейде өтө кызык бир автомат оюнчук демонстрацияланып турат. Силердин көз алдыңарда тырнактай термистор турат. Эгерде аны бир аз гана үйлөп койсо, анын бир жак капталындагы лампочка күйүп кетет.

Күйүп кетет да, тез эле өчүп калат. Бул үчү
эмне болду?

Үйлөгөн кезде температура бир аз өзгөрүп, ошо натыйжасында жарым өткөргүчтүн электр өткөрүм лүгү да өзгөрүп кетти. Прибор аркылуу өтүп тур ток бир аз көбөйүп, лампочканы күйгүзө турган ре ни ишке киргизди. Термистордогу өтө жөнөкөй ав маттык реле мына ушундай болот.

Автоматиканын бул принцибинин бир кыйла маа лүү колдонулушун карап көрөлү.

Магистралдык трубопровод боюнча шаарды көз күйүүчү газ агып жатат дейли. Бул газ биздин ка тираларыбызга эч кандай тоскоолдуксуз келип жет үчүн, трубадагы газдын агымын тынымсыз түрдө б кап, аны жөнгө салып туруу керек. Атап айтканд көзгө көрүнбөгөн агымдын ылдамдыгын билүү кер

Мындай өлчөөлөрдү термисторлор менен жүргүз баарыдан жеңил жана жөнөкөй.

Трубага орнотулган термисторлор бир аз гана т менен ар дайым билинер-билинбес жылытылып тур Бирок ошол эле учурда өзүнүн жылуулугун газга б рүү менен муздап да турат.

Газдын агымынын кыймылы канчалык тез бол термистор да ошончолук көбүрөөк муздайт,— жылу лук прибордон шамалдап кеткендей болот. Ал „үш кетет да“ токтун күчүнүн азайышына таасир этет.

Мына ушундай жол менен газ агымынын ылд дыгы өлчөнүп, андан кийин анын кыймылы автомат жол менен башкарылып турат.

Бир нече термокаршылыктардан түзүлгөн систе ны колдонуу аркылуу ал тургай газ агымынын ба тын да аныктоого болот. Көзгө көрүнбөгөн куюн өздөрүнүн татаал структурасын ачык көрсөтүп, кө көрүнө тургандай болуп калат.

КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРДЫН КЕЗЕГИ

Бир минутасы кем саат сегиз. Металл иштетүү заводдун автоматтык зор цехинде бардыгы эмгек к нүнүн башталышына даяр турат. Миңдеген электр кы мылдаткычтары ишке киришүү үчүн күтүп туруша

Дежурный инженер рубильникке басып келип, ань үч тармактуу тетигин чукулунан жогору көздөй көтөре

Бирок, кыймылдаткычтар дароо бардыгы тең ишке киришпейт. Адегенде бир мотордун ротору айлана баштайт, андан бир нече секунда өткөндөн кийин экинчиси, анан үчүнчүсү, төртүнчүсү айлана баштайт... Ошентип моторлордун күүлдөгөн үнү улам барган сайын көбөйүп, цехтин ичин өз кучагына алат, бул учурда айланадагылардын бардыгы ийне-жибине чейин эсептелген кыймылдын кучагына кирет.

Эмне үчүн кыймылдаткычтар бир эле маалда ишке киришпейт?

Мындан башкача болууга мүмкүн эмес. Эгерде алардын бардыгын бир эле маалда толук кубаттуулук менен ишке киргизе турган болсо, тармактагы нагрузка өтө эле чукул өзгөрүп кетмек. Анын үстүнө моторлордун өздөрү да ишке киргизгенде дароо эле толук кубаттуулук менен иштеп кете алышпайт,— алар акырындык менен күүлөнүүгө тийиш.

Бирок, алар эмне үчүн биринин аркасынан экинчиси ишке киришти? Бардыгынын рубильниги бирөө гана эмеспи.

Мында кыймылдаткычтардын ортосунда энергияны бөлүштүрүүнүн системасына киргизилген жарым өткөргүчтөр иштеп турду.

Электр тогу кыймылдаткычка термистор аркылуу келет. Рубильникти жогору көтөргөн адепки моментте жарым өткөргүчтүн температурасы өтө аз болгондуктан, ал токту начар өткөрөт. Бул учурда электр кыймылдаткычына жетишсиз сандагы энергия берилип, анын валы дароо айланып кете албайт. Бирок токтун аракети астында жарым өткөргүч акырындык менен ысып, анын каршылыгы азаят да, ал аркылуу өткөн ток тиешелүү түрдө көбөйүп, ал өз кезегинде термисторду ысытат да, анын каршылыгын азайтат.

Ошентип, акыр аягында кыймылдаткычтын ротору айлана баштайт. Андан кийин термокаршылыктын зарылдыгы болбой калат. Анчалык татаал болбогон жабдуу ал автоматтык түрдө ажыратылып салат.

Калган кыймылдаткычтар да ушул сыяктуу ишке киргизилет. Алар кезек менен ишке кирсин үчүн аларга ар түрдүү термистор орнотулат. Ошондуктан кыймылдаткычтардын ишке киргизилишин токтотуу мөөнөтү да, алардын ар биринде ар башкача болот: секунда-

нын үлүштөрүнөн тартып, бир нече минутага чейин
зулат.

Жакын арадагы мезгилге чейин эле, башкача
канда, термисторлор жок кезде, бул сыяктуу мас
лерди чечүүдө инженерлер кыйналып келген.
убакыттын татаал жана тез бузулуп кала турган эл
рондук релесин колдонуп келишкен. Кээ бир учур
да ал тургай түрдүү саат механизмдерин да орнот
кан. Азыр бул иштин бардыгы өтө жөнөкөй, арзан
эми башкысы—ишенимдүү прибордун жардамы ме
ишке ашырылып жатат.

ДОМНАНЫН ДЕМ АЛЫШЫ

Домна печин тейлөө көп убарачылыкты тууду
Анын мол „азыгы“ болуп эсептелген шихтаны өз
гында жана көрсөтүлгөн рецепт боюнча берип, а
„дем алышын“ этияттык менен байкап туруу кер
печке үйлөп киргизилген абанын өлчөмү, температу
сы, нымдуулугу ар дайым туруктуу болууга тийи

Чоюн эритүү өндүрүшүнүн азыркы шарттарында
өлчөмү менен же кол менен домнанын жанында иш
албайсың. Эгерде домна иштеп жатканда кандайд
бир тетикти жакшылап байкабай калса, эмне боло т
ганын билесиңерби! Айталык, күн ысык тийип, аба б
аз кургак боло түштү дейли. Адам муну байкаг
жок,—жалындап күйүп турган печтин жанында а
кайдан байкамак эле. Бирок муну домна байкады. Пе
тин „жүрүшү“ дароо өзгөрүп, чоюн начарлай түш
Мына ошондуктан инженерлер домнаны көп сандаг
автоматтар менен жабдышты. Азыр адам ага тол
ишене алат.

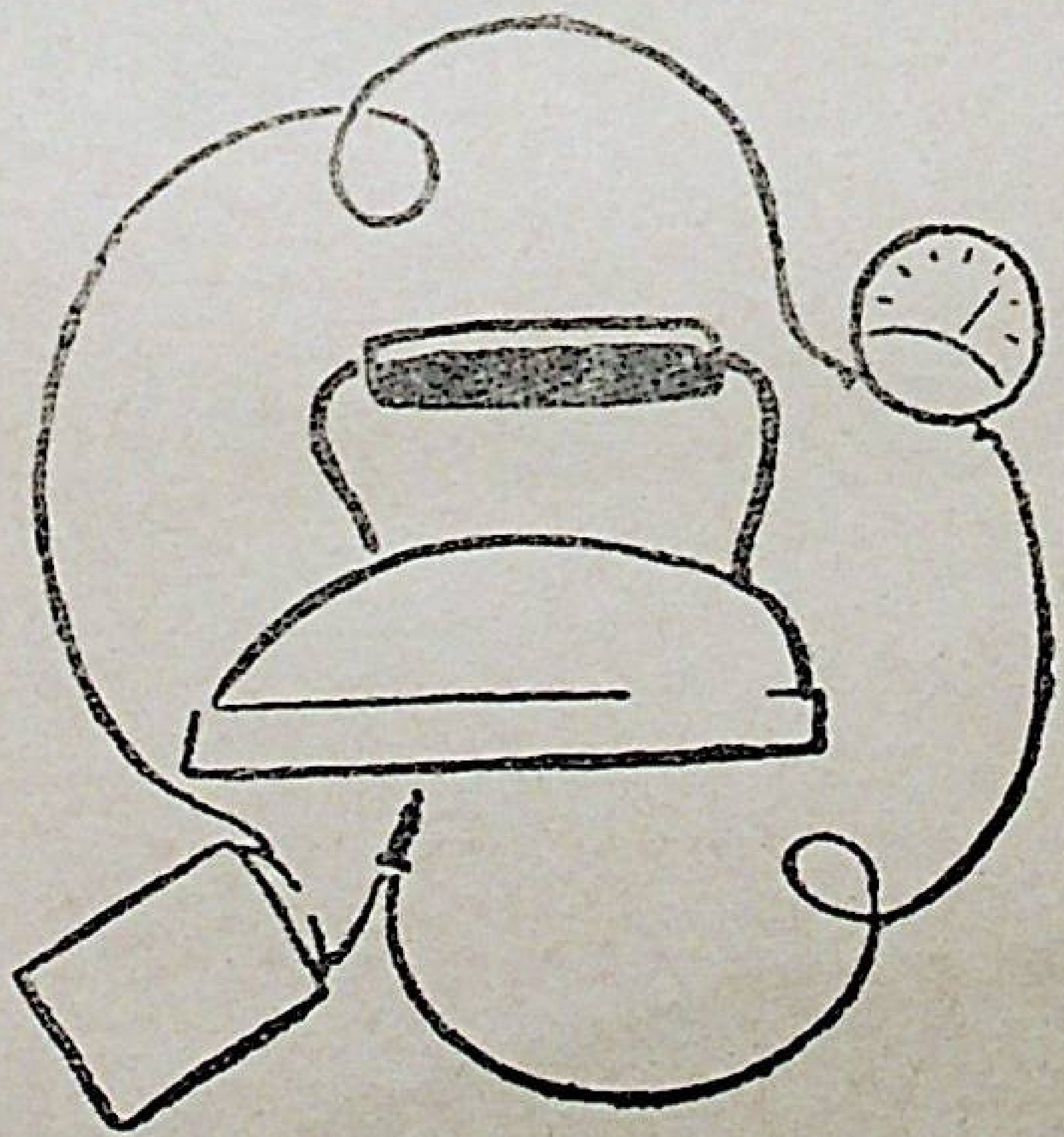
Домнадагы өтө маанилүү приборлордун бири—сүр
киргизиле турган абанын нымдуулугун автоматтык т
дө жөнгө салып турууучу прибор болот. Анын негі
болуп термистор кызмат кыла алат. Абанын агымы
коюлган термокаршылык кандайдыр бир ткандын т
кеси менен капталат да, ал ар дайым жасалма түр
нымдалып турат. Бирок, ткань аба менен шамалд
тургандыктан, анын нымы да кургап турат, бул күб
луш шамал жүрүп турганда кирдин кургашы сыякт
болот. Бууланyу ар дайым муздатууну келтирип чы
рат (суугa түшүп болгон кезде жел жүргөндө үшүгө

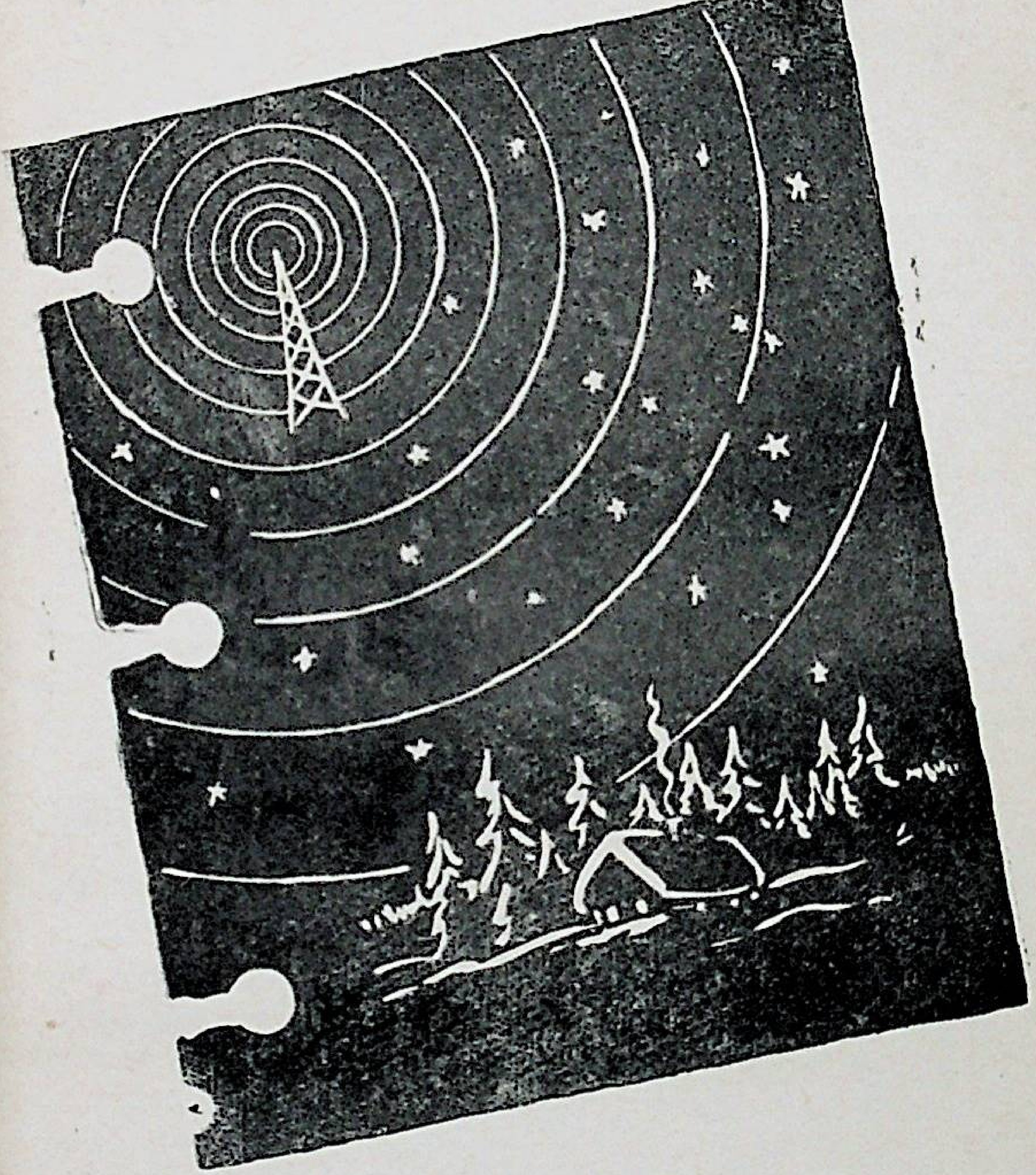
нүнөрдү эсиңерге түшүргүлө). Жуулган кир ачык күн
дө жакшы кургайт. Демек, аба бир аз кургагыраак
болсо, термистордун үстүндөгү ткандан нымдуулук
ошончолук көбүрөөк бууланат. Так ушул учурда ткань
көбүрөөк муздайт да, ошол аркылуу термисторду да
муздатат. Ошонун натыйжасында прибор аркылуу агып
турган ток азаят. Бул өзгөрүштү атайын коюлган ме
ханизм дароо кабыл алып, абанын агымына кошумча
кылып суу буусун киргизип турат. Ошентип, абанын
нымдуулугу автоматтык жол менен бир калыпта сакта
лып турат.

Башка бир жабдуулар сүрүлүп кирип турган аба
нын агымынын температурасын жана өлчөмүн жөнгө
салат. Автоматтар домна печинин бир калыпта, шаш
пай „дем алып“ иштешине шарт түзөт.

Термокаршылыктардын колдонулушу жөнүндө көп
кө чейин сүйлөй берүүгө болот. Бирок анчалык татаал
болбогон бул приборлордун практикалык мааниси кан
чалык зор экендиги ансыз да түшүнүктүү болгон чыгар.

Термисторлор жарым өткөргүчтөрдүн бир гана ка
сиетин: электр өткөрүүчүлүктүн температурадан көз
каранды болуу касиетин гана өздөрүнө алышты. Бирок
жарым өткөргүчтөрдү ысыткан кезде алардын башка
бир өзгөчөлүгү—бир кыйла татаал, бирок техникалык
прогресс үчүн өтө кызык жана маанилүү болгон өзгө
чөлүгү пайда болот. Ошол өзгөчөлүктү карооого азыр
өтөбүз.





КОРОМЖУСУЗ ЖЫЛУУЛУК ҮЧҮН

ТОКОЙДУН АРАСЫНДАГЫ ҮЙДӨ

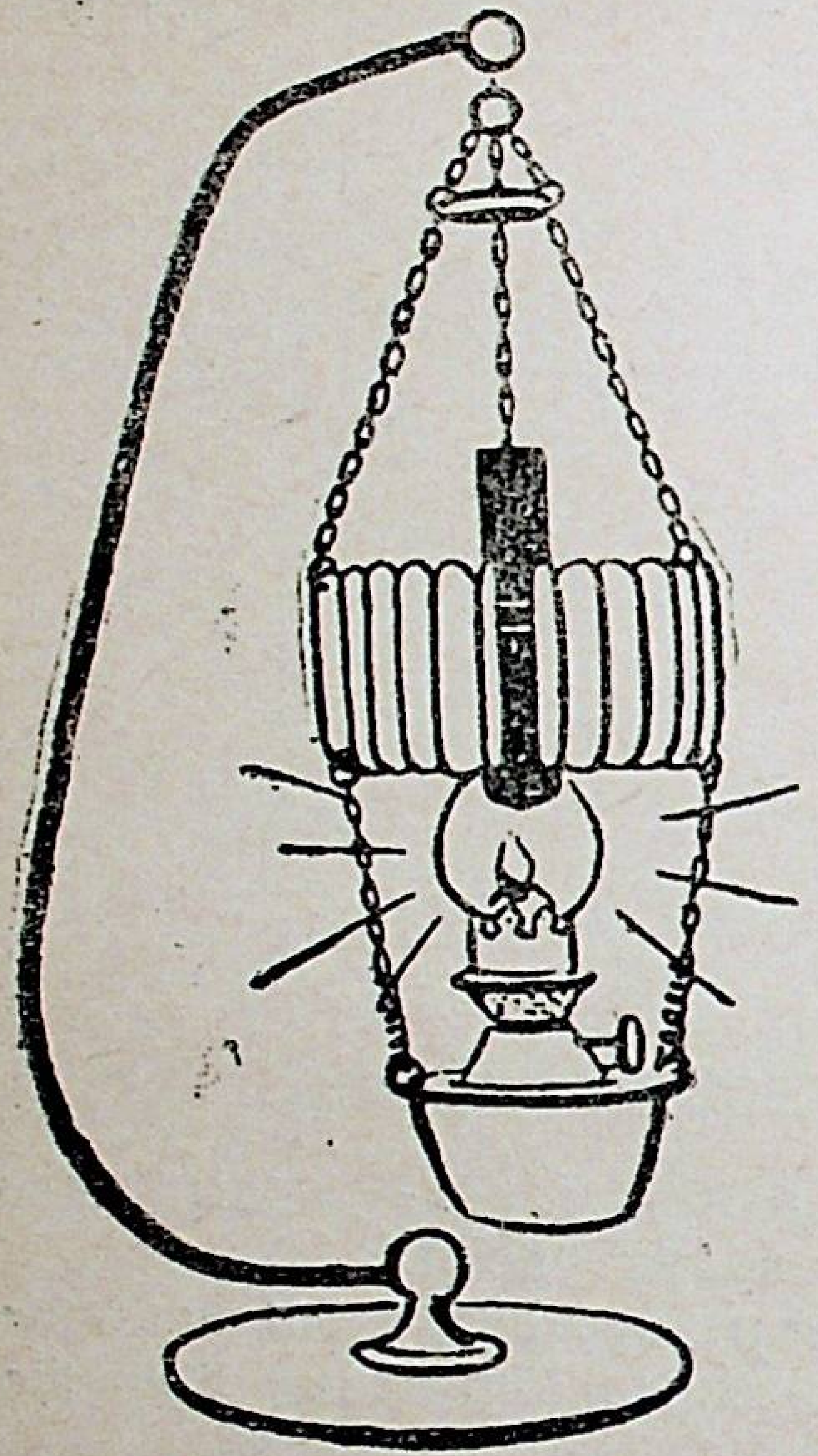
Биз шаардан алыс жерде—тайгада, адам өтө алгыс токойдун арасында бололук дейли.

Бутактарын кар баскан зор карагайлардын арасында мергенчилердин факториясынын бир нече кичинекей үйлөрү турат.

Кышкы күн кыска. Терезелердин кар басып суукка тоңгон оймо-чиймелеринин ары жагынан керосин лампаларынын жарыктары таң эртенден эле жылтылдап көрүнө баштайт. Кеч киргенден кийин тыптынч болуп, айлана тунжурап калат. Бул учурда тайга уктап жаткан болот. Бирок адамдар уктабайт, алар кызуу турмушту баштарынан өткөрүшөт, бүткүл өлкө менен көзгө көрүнбөгөн жипчелер аркылуу байланышкан сыяктанып, кызуу турмушту баштарынан өткөрүшөт.

Ошол үйлөрдүн кайсынысына болбосун кирип көрүлө. Үйлөрдүн бирөөнө киргенде силер Спасск мунарасындагы куранттардын кагып турган үнүн, борбор шаардагы атагы чыккан окумуштуунун үнүн, алыскы өлкөлөрдүн музыкасын уга аласыңар. Радио! Электр энергиясын берүүнүн линиясы алигече жетелек мына ушундай алыскы жерлерде радио айрыкча баалуу болот.

Приёмник энергияны электр батареясынан алат. Приёмник иштеп турган учурда бөлмөнүн ичи дүйнө-



Керосин лампасындагы термоэлектрогенератор.

дөгү болуп жаткан
түрдүү үндөргө то
турат. Бирок, бата
иштебей калган учур
да болот. Алардын эн
гиясы түгөнүп, приём
тин үнү акырындап
үнсүз боло баштайт.
кын арадагы мезгилге
йин эле мындай учур
да эч айла кыла ал
келишкен. Ал эми а
батареялуу приёмник
тареясыз да иштей а

Үйдүн шыбынын
дында кандайдыр бир
каларлык керосин л
пасы чынжырда ил
турат. Анын жогорку
гында кара түтүкчө
нотулган. Ал түтүкчө
металл пластинал
менен курчалган,—э
ки замандагы „жабо"
ген жака сыяктуу л
пага кийгизилген. Л
панын ошол „жакасын
алды жагынан эки зым тартылып, анын жанында ту
„Родина" приёмнигине туташтырылган.

Кечинде мергенчи же токойчу үйүнө кайткан
де лампаны күйгүзөт. Бөлмөнүн ичи жарык болот.
нече минута өткөн соң приёмник ойгоно баштайт. А
шкаласы жарык болуп, алыскы шаардын үнү
катуулап угула баштайт.

Приёмник кантип сүйлөй баштады?

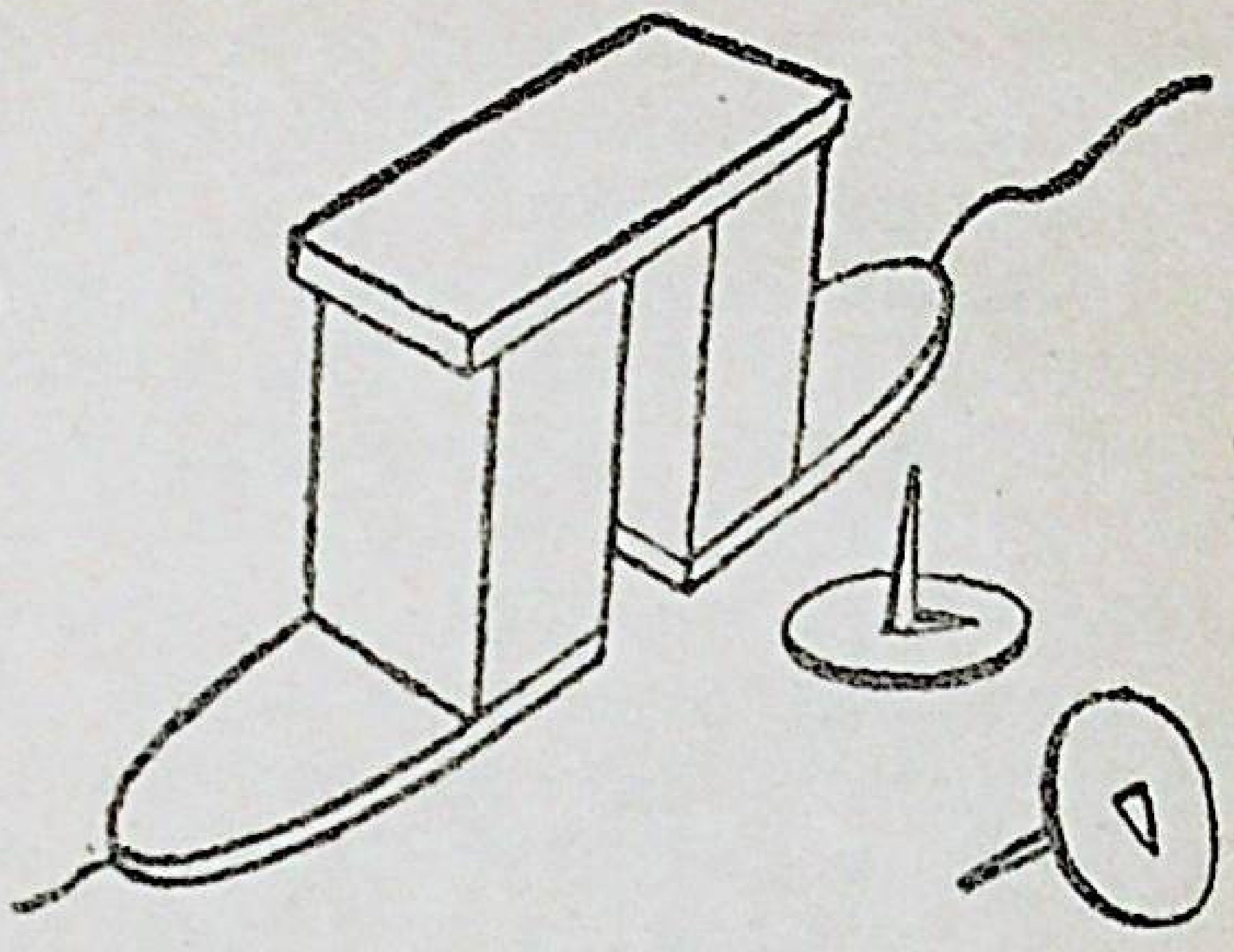
ЖАҢЫ КАСИЕТ

Китептин баш жагында жарым өткөргүчтөрдүн
түрү—электрондук жана тешиктүү түрлөрү жөнү
биз толугураак айтып өттүк. Электрондук жарым
көргүчтү ысыткан кезде электрондор бошотулат,

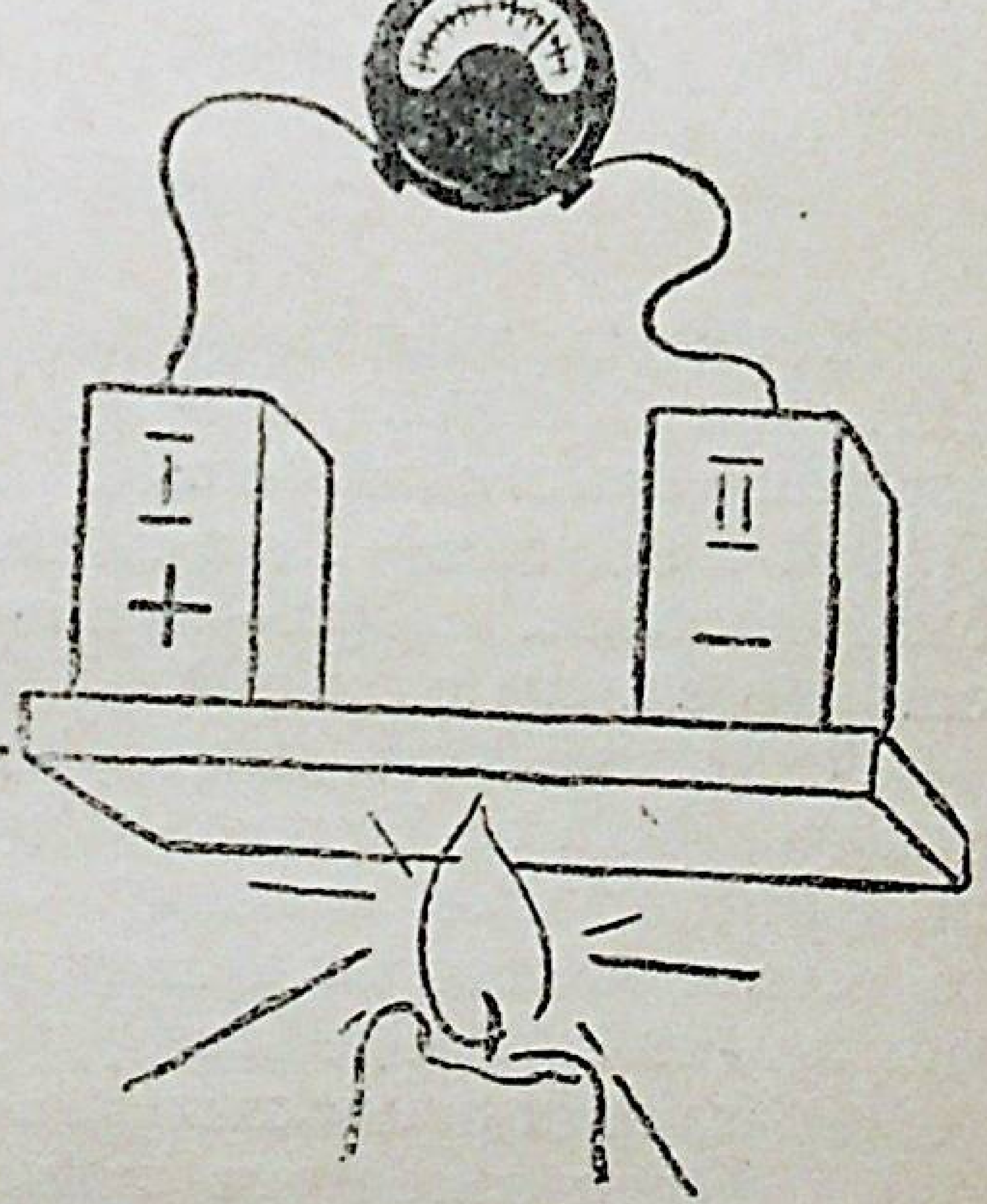
эми экинчисинде болсо, тешикчелер пайда болот.

Мына ушундай жарым өткөргүчтүн ар биринен брусок жасап, аларды бир катарга коюп, үстү жагынан алардын учтарына металл пластинасын ширетип бириктирели. Бул учурда „П" тамгасы сыяктуу термопара же термоэлемент деп аталган прибор пайда болот. Андан кийин брусоктордун ширетип бириктирилген учтарын (тамганын үстүнкү бөлүгүн) кандайдыр бир ысып турган нерсеге тийиштирип, ал эми бош учтарын муздаталы.

Электрондук брусоктун ысытылган учтарында ысытуу менен бошотулган электрондор пайда болот. Алар кыймылга келип, өз ара бири-бири менен түртүшүп, туш-тарапка уча баштайт. Мына ушул учурда электрондордун көпчүлүгү брусоктун муздак учун көздөй—бир кыйла бошураак, „түртүшүү" ыраак болгон учун көздөй умтула баштайт. Бирок электрондор терс заряд менен



Эң жөнөкөй жарым өткөргүчтүү термопара.



Оң жакта—электрондуу жарым өткөргүчтүн мамычасы, сол жакта—тешикчелүү жарым өткөргүчтүн мамычасы. Мамычалардын учунда жылуулук тарабынан бошотулган электр заряддары топтолот. Ушинтип жылуулук электр энергиясына айланат.

заряддалган бөлүкчөлөр экендигин биз билебиз. М
ошондуктан брусоктун муздатылган учунда электр
дор көп топтоло баштаган кезде анда терс эле
заряды пайда болот.

Тешикчелүү брусоктун ысытылган учунда теш
челер пайда болот. Алар да анын муздак учун көз
көчө баштайт. Бирок тешикчелер оң электр зар
менен заряддалган бөлүкчө сыяктуу боло тургандыг
силер билесиңер. Демек, тешикчелүү брусоктун
дак учунда оң электр заряды пайда болот.

Эки брусоктун муздак жана ысык учтарынын о
сундагы температуралар айырмасы канчалык көбү
болсо, бул заряддар ошончолук көп болот.

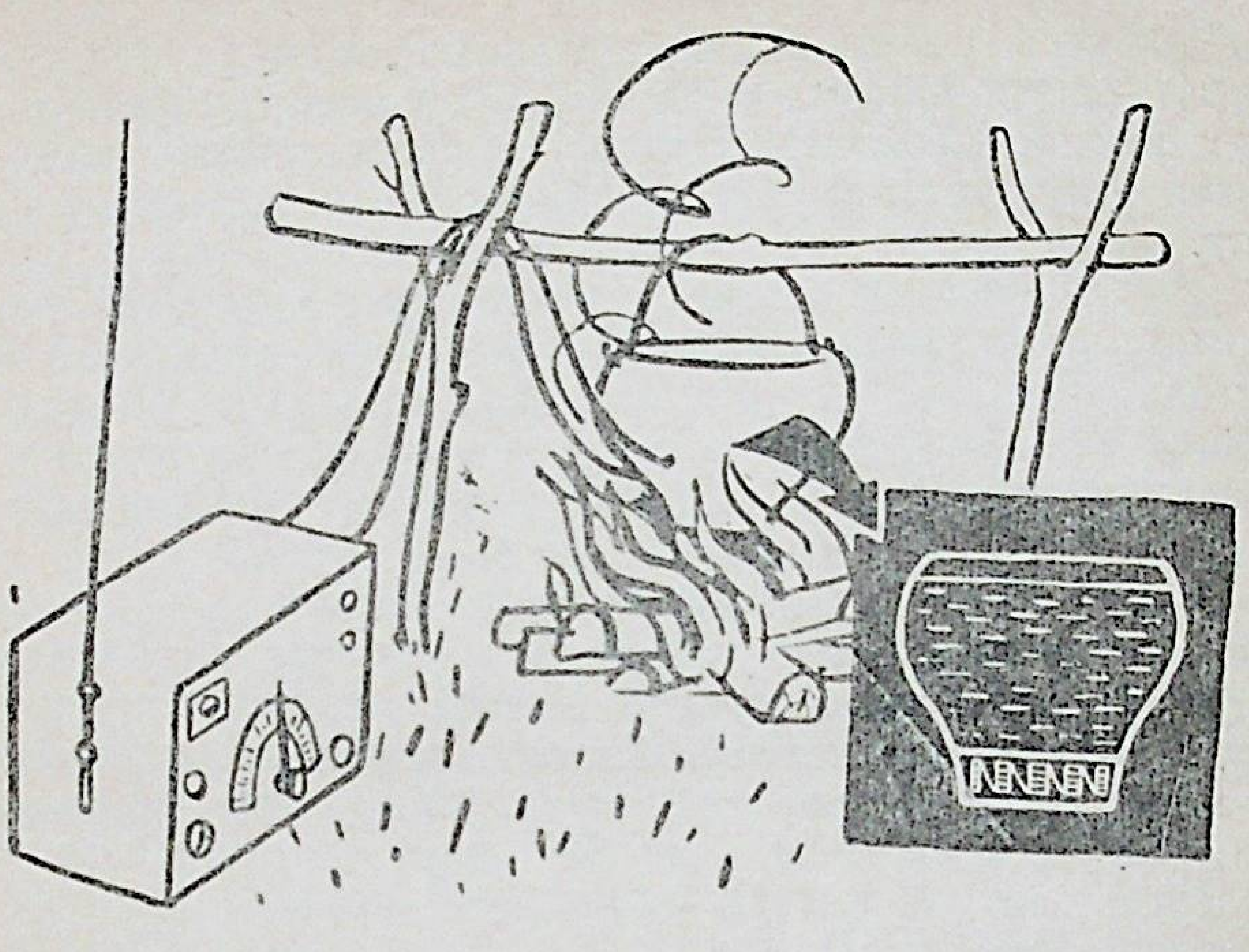
Ошентип, термопаранын муздак учтарында ар
дүү аттуу электр заряддары пайда болот. Эгерде а
ды зым менен бириктире турган болсо, ал зым ар
луу электр тогу жүрө баштайт. Мына ошентип,
луулук электр энергиясына айланат. Биздин лам
да мына ушундай болот.

„ЖАКАНЫН" СЫРЫ

Жогоруда айтылып өткөн лампанын „жакасын
алды жагын карап көрөлү. Анда чондугу „зол
ключик" ирисиндей болгон бозомтук тартып жалт
турган мамычалар бири-бирине катуу кысылып
быштырылган. Бул—термоэлементтер болот. М
ошондо электр тогу пайда болот.

Термопара үчүн кандай жарым өткөргүчтөрдү
донууга болот? Термопара үчүн колдонула турган
рым өткөргүчтөр төмөнкү талаптарды канааттанды
га тийиш экендигин түшүнүү кыйын эмес: биринч
ысытылган кезде тийиштүү сандагы электрондорду
тешикчелерди пайда кылууга тийиш, экинчиден, э
тогун дурус өткөрүүгө тийиш (ошондой учурда э
трондор же тешикчелер термопаранын ысытылган
нан анын муздак учун көздөй бир кыйла жеңил кө
үчүнчүдөн, жылуулукту начар өткөрүүгө тийиш (
мопаранын карама-каршы учтарынын ортосундагы
пература айырмасы көбүрөөк болсун үчүн ушу
болууга тийиш).

Бир эле мезгилде ушул касиеттердин бардыгын



Азыркы мезгилдеги термоэлектрогенераторлордун „чоң атасы"— „партизандык казан".

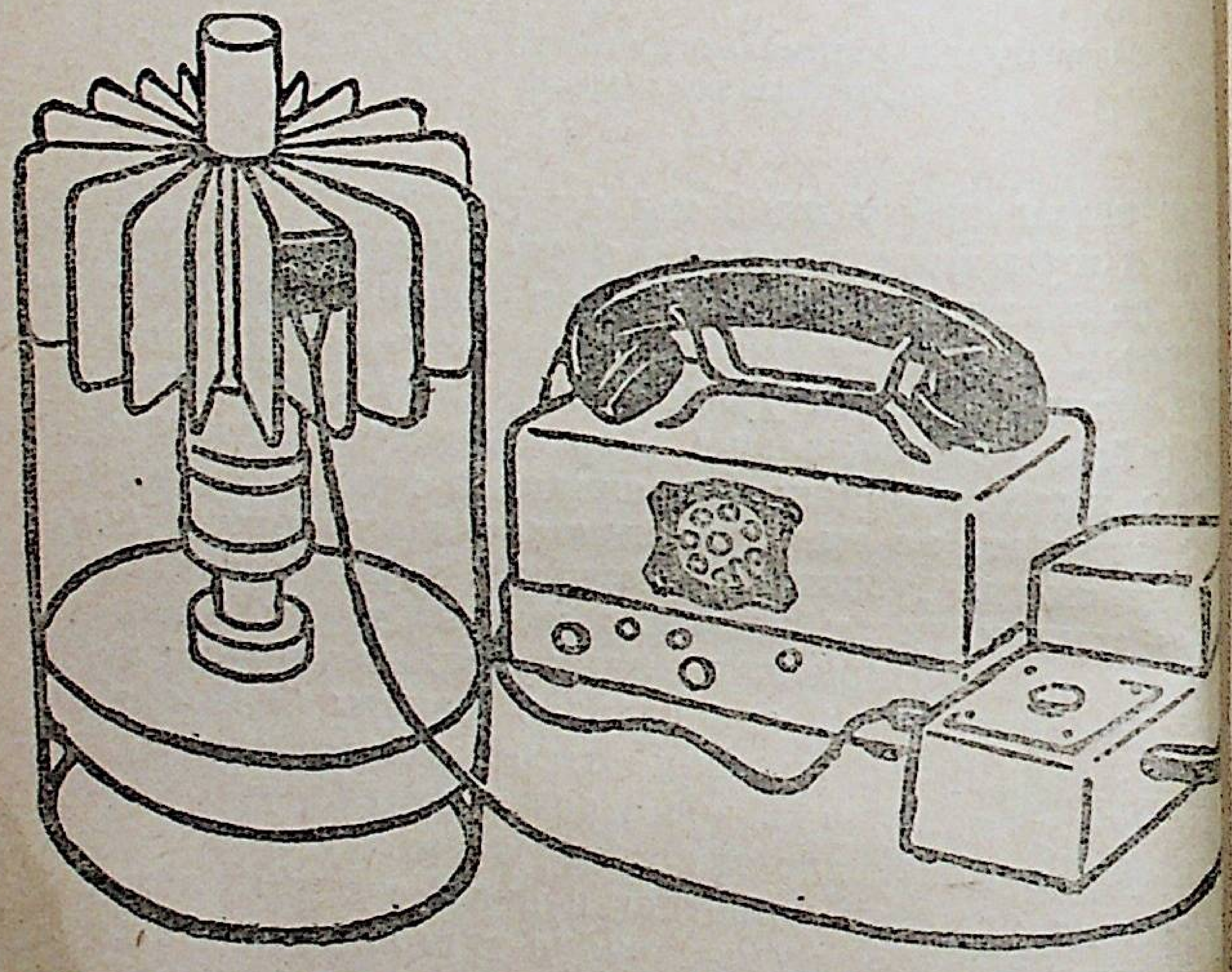
болгон затты табуу оңой иш эмес. Эреже катарында, электр тогун жакшы өткөрө турган материал жылуулукту да жакшы өткөрөт. Жалаң гана кубулуштарды теориялык жактан терең анализдөө жана көп сандаган тажрыйбалар окумуштууларга керектүү материалдарды—атайын аралашмалары бар айрыкча сплавдарды түзүүгө жардам берди; бул сплавдар токту бир кыйла дурус өткөрөт, ал эми аралашмалар атомдордун ички катарын чыңап, „тартипке келтирип" турат, аларды өтө күчтүү жылуулук кыймылынан сактап турат. Ошонун натыйжасында материалдын жылуулук өткөрүүчүлүгү азаят. Мына ушундай сплавдардан жанагы биз айтып өткөн „жаканын" термоэлементтери жасалган.

Бир-бири менен удаалаш жана параллелдүү бириктирилген термопаралар түтүкчөнү түзөт. Лампа күйгүзүлгөндө алардын ширетилген ички учтары лампанын билигинен жогору көтөрүлүп турган ысык газдар аркылуу ысытылат. Ал эми термопаранын сырткы учтары радиатордун пластиналары аркылуу бөлмөдөгү аба менен муздатылып турат (ошол радиаторлорду биз „жа-

бо" жакасы менен салыштырганбыз). Бул учурда тем-пературанын айырмасы 250—300° ка жетет. Көп ламп-луу радиоприёмникти иштетүү үчүн энергияны алуу-мына ушул температура айырмасы толук жетиштүү б-лот.

Биз таанышып өткөн таң каларлык лампа ТГК—к-росиндик термоэлектрогенератор деп аталат. Азы-мындай аппараттар көп чыгарыла баштады. Анын б-ринчи үлгүлөрү 1950-жылы эле пайда болгон, ал эм-азыр бул аппарат бир кыйла өркүндөтүлүп, көп санд-ган селолук магазиндерде сатылып жатат.

Бул установканын кызык тарыхы бар. Жарым ө-көргүчтөр жок кезде физиктер металлдардан жасалг-термопаралар аркылуу термоэлектрогенераторлорду т-зүүгө аракет кылышкан. Бирок, мындай жабдуулард-үнөмдүүлүгү жокко эсе болгон. Улуу Ата Мекенд-Согуштун жылдарында бизде „партизандык казан"-азыркы мезгилдеги термоэлектрогенераторлордун ч-



Керогаз менен иштей турган термоэлектрогенератор. Бул пр-бор „Урожай" деген колхоздук радиостанцияны энергия менен кам-сыз кылып турат.

атасы түзүлгөн болучу. Бул аппарат кадимки эле дыйкандык чугун сыяктуу формадагы металл идиш болуп, анын түбүндө жарым өткөргүчтүү термоэлементтердин блогу орнотулган. „Партизандык казанга" муздак суу куюп, күйүп турган оттун үстүнө асып коюшкан. Анын иштеп чыгарган энергиясы „Север" деп аталган армиялык кичинекей радиостанциянын иштеши үчүн жетиштүү болгон.

1946-жылы самовар сыяктуу термоэлектрогенераторлору пайда болгон. Алардын пайдалуу аракет коэффициенти бир кыйла жогору болгон,—төрт процентке жакын (жылуулуктун мына ушундай үлүшүн ал электр энергиясына айландырган). Андан беш жыл өткөн соң советтик физиктер отун менен иштей турган термоэлектрогенератордук печти түзүштү. Бул печь 100—200 ватт электр энергиясын иштеп чыгара алган.

Азыркы мезгилде өнөр жайлар кубаттуулугу 16 ватт болгон ТГУ-1 тибиндеги термоэлектрогенераторлорун чыгара баштады. Мындай термоэлектрогенератор керогаз аркылуу аракетке келет да, „Урожай" деген колхоздук радиостанцияны энергия менен камсыз кылып турат. Талаа стандарында: биздин байланышчылар поварларга окшоп калды деп күлүп калышат. Тамаша-тамаша менен, бирок, „керогазда даярдалган" энергия батареядан алынган энергияга караганда арзан түшөт. Ар кандай МТСке өзүнүн радиостанциясы үчүн батареяларды сатып алгандан көрө, керосин менен иштей турган термоэлектрогенераторлорду сатып алуу бир кыйла ыңгайлуу. Термоэлектрогенераторлорду түзүү боюнча чет элдик физиктер да иштеп жатат. Мисалы, Америка Кошмо Штаттарында күйүүчү газдын жылуулугун электр энергиясына айландыра турган установкалар түзүлгөн.

ТИЛЕК ОРУНДАЛУУДА

Кандай таң каларлык кубулуш: керосин лампасы менен жарым өткөргүч байланышып олтурат. Өткөндөгү менен келечектеги нерсе биригип олтурат. Кылымдар мурда адам ойлоп тапкан, азыр улам барган сайын тарыхка кетип жаткан нерсе келечектин техникасын байытууга чакырылган эң сонун ачылышта пай-

даланылып жатат. Биздин анчалык татаал болбог термоэлектрогенераторубуз—бул физиктердин жана и женерлердин көптөн бери карай эңсеп келе жаткан т легинин орундалышы: анда жылуулук түздөн-түз элек тогуна айланып олтурат.

Азыркы замандагы жылуулук электростанцияларь да энергия кандайча пайда боло тургандыгын эсиби түшүрүп көрөлү.

Очокто күйгөн көмүр казандагы сууну ысытып б га айландырат. Буу турбинаны айландырат, ал турбина өз кезегинде электр энергиясын иштеп чыга турган генератордун валын кыймылга келтирет. Мы канчалык көп этап болот! Энергия канча жолу б түрдөн экинчи түргө айланат! Машиналардын кыйм га келүүчү бөлүктөрүнүн канчалык көп кымбат баа механизмдери болуп, алар майлап турууну талап кы жана жешилип да кетет!

Ал эми азыркы замандагы атомдук электростан кандайча болот? Ядролук энергия реактордо көбү жылуулук түрүндө бөлүнүп чыгат. Бул жылуулук б же тигил жол менен реактордон чыгарылат да, буу пайда кылуу үчүн жумшалат. Андан кийин кадим эле жылуулук станциясындагы сыяктуу турбиналар ж на генераторлор болот. Кыскасын айтканда, жылу луктан электр энергиясына чейин дагы эле узун ж болот. Мурдагыдай эле татаал механизмдер, энерги нын сөзсүз коромжу болушу келип чыгат.

Ал эми термоэлемент менен иштөө башкача бол Анда жылуулук түздөн-түз эле электр энергиясына а ландырылат.

Биздин күндөрдө эле жарым өткөргүчтөрдөн жаса ган термоэлементтердин пайдалуу аракет коэффицие ти 6—8 процентке, ал эми лабораториялык шарттар он процентке жетет. Бул көрсөткүч аз эмес. Мы ушундай пайдалуу аракет коэффициенти менен к берүүчү анчалык чоң болбогон буу установкалары ис тейт. Жакын арада көп чоң эмес жылуулук машиналары (кубаттуулугу 100 киловаттка чейин болгон) терм электрогенераторлорго көчүрүү ыңгайлуу болот.

Азыр окумуштуулар термобатареялардын пайдалу аракет коэффициентин эки эсе көбөйтүүгө умтулуу да. Ал учурда термобатареялардын пайдалуу араке

коэффициенти азыркы кездеги орточо жылуулук электростанцияларынын пайдалуу аракет коэффициентиндей болот. Андан ары карай термоэлементтердин үнөмдүүүгүн кайрадан жогорулатууга мүмкүндүк туулат. Эгерде бүгүнкү күндө жарым өткөргүчтөр электростанциялардын кадимки жабдууларын алмаштыра алай жатса, ал эми илимдин өнүгүшү аркылуу өркүнөтүлгөндөн кийин алар энергетиканын түрүн өзгөртүрүндө шек жок. Электр тогу жылуулук электростанциясынын түздөн-түз эле от жагылуучу очагында е атомдук электростанциянын реакторунда пайда боо турган мезгил алыс эмес.

Бир гана нерсе маанилүү: жарым өткөргүчтүү термоэлементтер жалаң гана өнөр жайлык электроэнергетикада биздин эл чарбабызга пайда келтирүү менен эктелбестен, ошону менен бирге алар энергияны алууун таптакыр жаңы жолдорун—мындан мурда инжеерлер ойлобогон жолдорун ачып берет.

ЖЫЛУУЛУКТУ САКТАГЫЛА

Кыштын суук күндөрүндө үйлөргө кире бериш жерчарбачыл үй башкаруучулары мындай плакаттарды птап коюшат: „Жылуулукту сактагыла. Эшикти жапла".

Жылуулукту сактагыла! Бул чакырык кыш күнрүндө гана акыйкаттуу болбостон, биздин иматарырыбызды жылытууга гана тиешеси болбостон, башка ксаттар үчүн да акыйкаттуу болот.

Отунду—көмүрдү, чым көңдү, газды жыгач отунду йгүзүүдөн алынган жылуулуктун канчалык бөлүгү ыркы мезгилде адамдын пайдасына жумшалып жатндыгын силер билесиңерби? Анын бештен бир бөлү гана жумшалып жатат. Ал эми калган бөлүгү эч йдасыз атмосферага таркалып жок болот.

Эмне үчүн мынчалык зор өлчөмдөгү жылуулук эк болуп кетет?

Мунун себеби төмөнкүдөй турбайбы.

Температурасы анчалык жогору болбогон заттарн массасындагы болгон жылуулук энергиясы гана зден кетип калат. Бул—өнөр жай ишканаларынын ып жаткан сууларындагы, фабрикалык трубалардан

чыгып жаткан түтүндөгү, металлургиялык печте
чыгып жаткан газдардагы жылуулук болот. Адет
раганда бул жылуулукту чынында эле пайдалан
мүмкүндүк болбогондой көрүнөт. 15 градуска
жылытылган суу менен чайнекти кайнатып көр
Бул учурда силер: кайнатууга болбойт дейсинер.
ли, ошондой эле болсун, ал эми ушундай суу
үйдү жылытууга болобу? Бул учурда да силер, мы
суу канчалык көп болсо да үйдү жылытууга бо
деп жооп берерсиңер. Адамдар көп мезгилдерге
йин ушинтип келишкен, ошондуктан, жылуул
коромжу болушуна көңүл бурушкан эмес. Кийинч
басымды көбөйтүү аркылуу суунун температур
жогорулатууну ойлоп табышкан.

Ушул жол менен ысытылган суу жылытуучу
реяларга коё берилет, сууну кысууга кеткен эне
га караганда жылытуучу батареяларга коё бер
суу үйлөрдү жылытуу үчүн көбүрөөк энергия б
Ошондой болсо да, мындай метод бардык эле ж
колдонула бербейт, бул метод татаал болуу м
сууну күчтүүрөөк ысытууга мүмкүндүк бербейт.

Бул жагынан жарым өткөргүчтүү термоэлеме
кеңири мүмкүндүктөрдү ачып берди. Жылуулук
гон бардык жерлерде анын бир кыйла бөлүгүн
гиянын өтө ыңгайлуу түрүнө—электр энергиясына
эле айландырууга жарым өткөргүчтүү термоэлеме
жөндөмдүү болушат. Электр энергиясын миңдеген
дор менен пайдаланууга болот эмеспи,—аны каа
учурда жарыкка жана машиналардын кыймылына
айландырууга болот, же зымдар аркылуу алыс
лыкка берүүгө, же акыр-аягында запас кылып акк
ляторлорго жыйноого болот эмеспи.

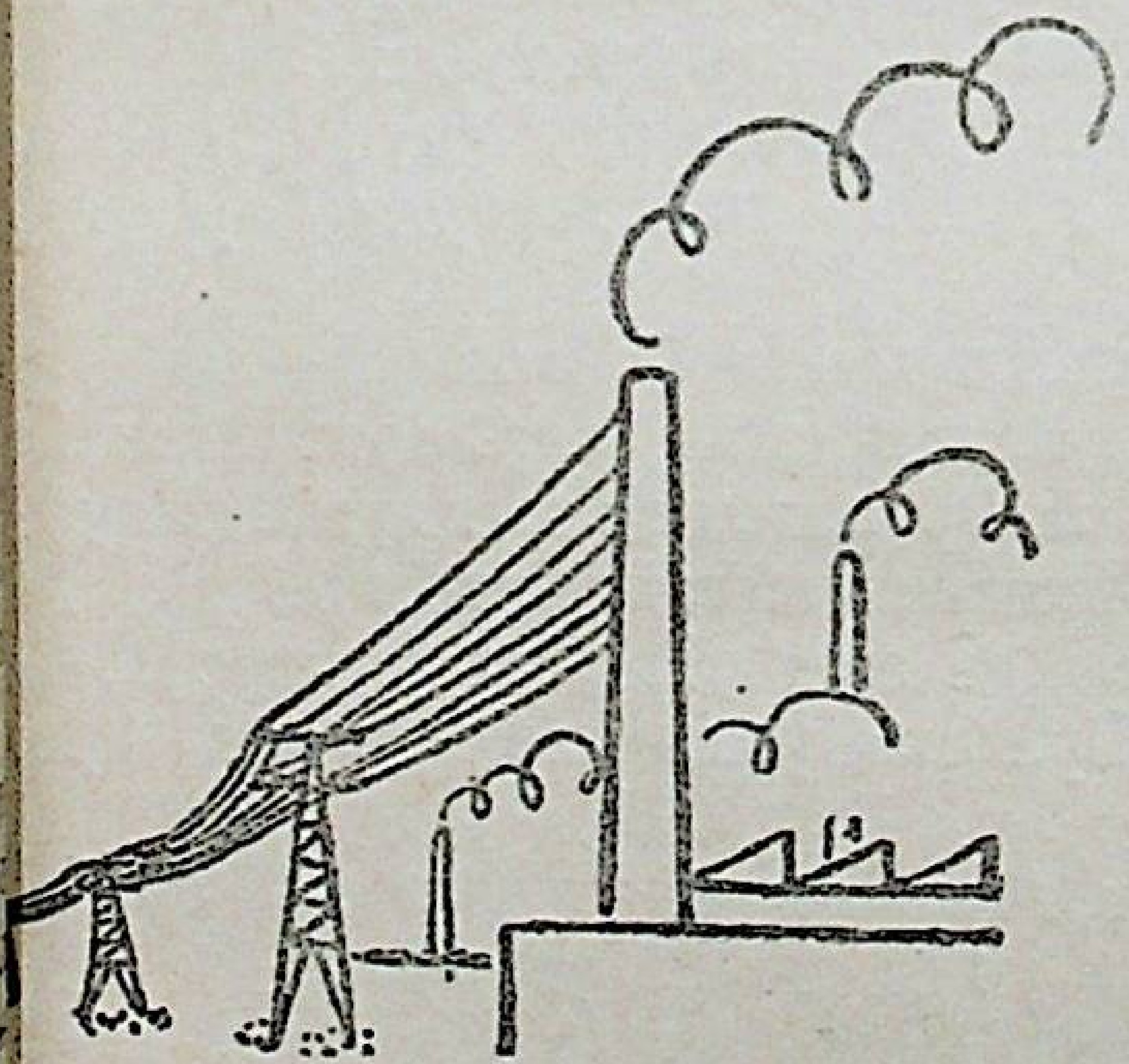
Ар бир морго, ысык же жөн эле жылуу газ
турган ар бир трубага, бир аз жылытылган суу
чыга турган түтүккө жарым өткөргүчтүү термо
менттердин батареяларынан турган шакекти кийг
коюуга болот. Мына ушуларды жасагандан кийин
ромжу боло турган жылуулук электр тогуна айла
машиналарды айландыра баштайт, приборлорго э
гия берип, көчөлөрдү жарык кылат. Турак үй
жылытуунун буу казанын термобатареялар менен
дып, биз жылуулукка кошумча түрдө үй турмуш

керек боло турган электр энергиясын, анын ичинде электр плиткасына, муздаткычка, чаң соргучка керек боло турган электр энергиясын ала алабыз.

Кандайдыр бир алыска барып калган шофер же машинанын ээси аккумуляторун заряддоо үчүн көп убара болгон учурлар болот. Жарым өткөргүчтөр аны бул убарачылыктан куткарат. Автомобилдин кыймылдаткычынан иштелип чыккан газ өтө ысык болот эмеспи. Эгерде иштетилген газ чыга турган түтүктү термоэлементтердин шакектерине кийгизе турган болсок, алардан аккумуляторду көздөй ток жүрө баштайт.

Балким, келечекте жарым өткөргүчтүү материалдар мол болгон кезде (буга илим жана индустрия умтулуп жатат), заводдордун трубаларын кирпичтен салбай, жарым өткөргүчтүү термопаралардан кура турган мезгил келип жетер. Мындай учурда трубанын ичинде ысык түтүн, сыртында муздак аба болот. Ошентип жарым өткөргүчтүү „кирпичтерде“ электр энергиясы пайда болот. Заводдун трубасы электростанциянын ролун аткарат.

Эгерде домна печин термоэлементтерден курсачы? Мындай учурда бир эле жерде эки ишкана: домна жана электростанция пайда болот. Албетте, андай болгуча дагы көп мезгил өтөт. Керектүү касиеттерди өзүндө идеалдуу түрдө айкалыштыра турган жарым өткөргүчтөрдү таап, аны цементтен да арзандатуу милдети турат. Бул милдет өтө кыйын! Бирок, биз күн сайын бул милдеттин чечилишине жакындап бара жатабыз.



ЖЕР АЛДЫНАН АЛЫНГАН ЭНЕРГИЯ

Жер алдындагы көмүр кендерин өздөштүрүүнүн прогрессивдүү жолун табуу—жер алдында газдаштыруу боюнча

илим көптөн бери карай иштеп келе жатат. Көм
жер алдынан казып, аны жердин үстүнө көтөрүп
гуунун ордуна жер алдындагы көмүр кендерине
лородду сүрүп киргизип, көмүрдү түздөн-түз эле
алдында күйгүзүшөт. Бул учурда көмүр күйөт, б
анын бир бөлүгү гана күйөт. Көмүрдүн күйүү про
синде газ пайда болот да, ал эң сонун күйүүч
болуу менен, ошондой эле баалуу химиялык сырье
луп да кызмат кылат. Бул газ заводдорго, химия
комбинаттарга, биздин үйлөрүбүзгө берилет.

Жер алдында газдаштыруу зор өлчөмдөгү к
жана каражатты үнөмдөйт, эң башкысы—адамды
алдындагы оор эмгектен куткарат. Бирок канча
көп жылуулук курулай чыгымдалат! Көп өлчөм
жылуулук жер катмарларын курулай эле ысыт
кетет эмеспи!

Бирок жер алдындагы газдаштыруунун станция
рынын көмүр күйүп жаткан орундарынан ысыган
чыга турган скважиналар жарым өткөргүчтүү тер
элементтердин блоктору менен курчалат, бул учу
жалындап күйүп жаткан көмүрдөн канчалык кым
баалуу энергия алынат дейсиң!

Жарым өткөргүчтөр жылуулуктун табигый бул
тарынан да электр энергиясын алууга жардам бер

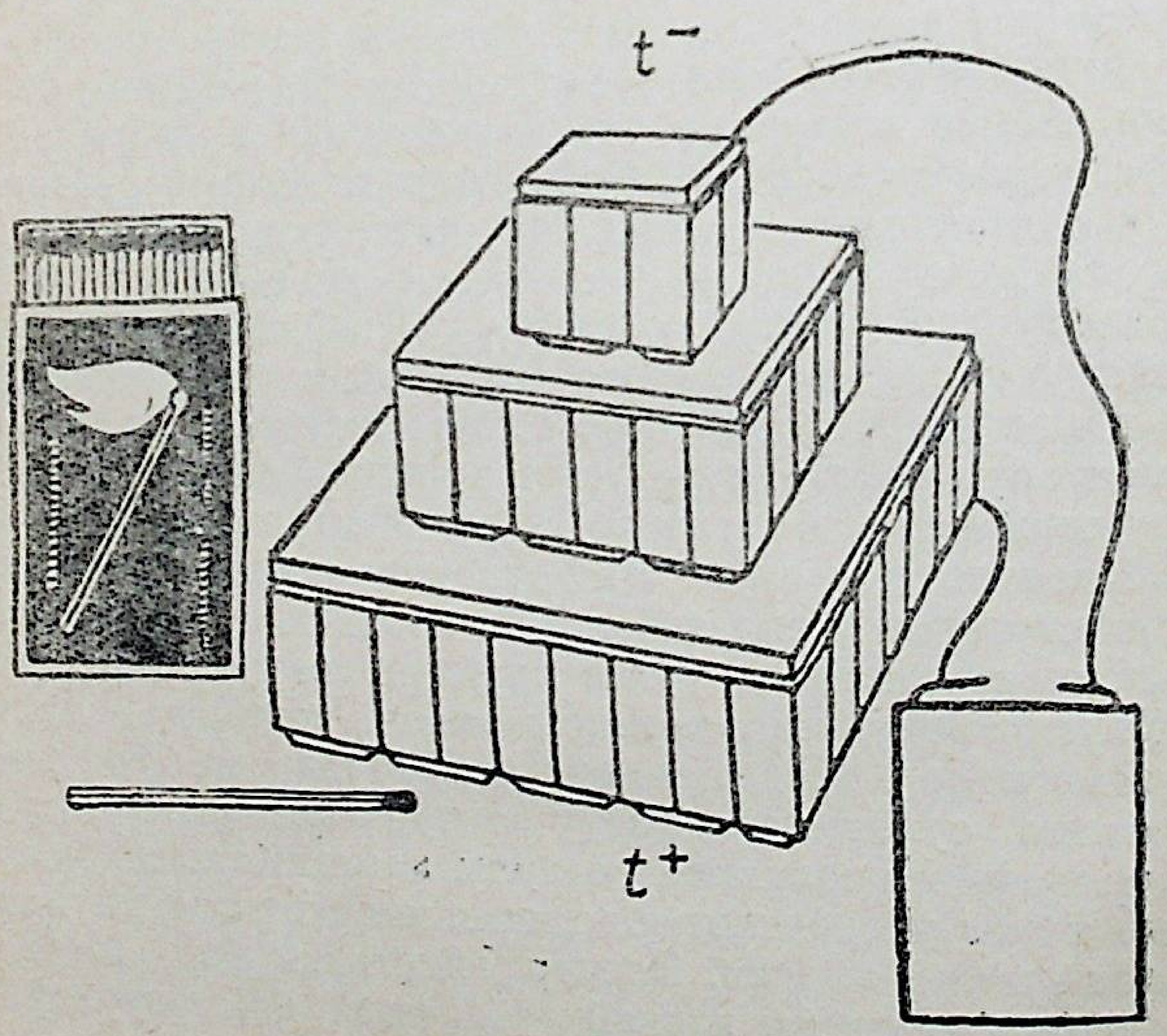
Башкирияда, Юрюзань өзөнүндө анын жээгине
кын турган дөбөчөлөрдүн бирин ал жерде турган
Жанган тоо деп аташат. Бул наам ал дөбөчөгө ту
коюлган. Дөбөчөнүн түпкүрүндө сланецтер кыза
күйүп, жаракалардан ысык буу чыгып турат. Мын
дөбөчөнү электростанцияга айландыруу үчүн ага
рым өткөргүчтөрдөн турган тирөөчтөрдү орно
жетиштүү болот.

Бул эң сонун материалдар мол болгон кезде
ысык гейзерлердин, жер алдындагы суулардын ж
газдардын жылуулугун, акыр аягында күндүн жылу
лугун да электр энергиясына айландырабыз. Мын
жарым өткөргүчтөр чынында эле укмуштуу персп
тиваларды ачып берет. Бул жөнүндө биз мындан а
карай айтып өтөбүз.

Азыр биздин термопарабыздын дагы бир эң сон
өзгөчөлүгүн айтып берүү үчүн ага кайрылабыз.

Жарым өткөргүчтүү термоэлектрогенераторлору жөнүндөгү идея Ленинградда, СССР илимдер Академиясынын жарым өткөргүчтөр лабораториясында пайда болгон. Бул лаборатория кийинчерээк СССР илимдер Академиясынын жарым өткөргүчтөр институтуна айландырылган. Мына ушул эле жерде экинчи бир пикир туулган: жарым өткөргүчтөрдүн негизинде жаңы оригиналдуу муздаткыч жабдууларды түзүү жөнүндөгү башка бир ой туулган.

Эгерде термопаранын бир учун ысытып, ал эми экинчи учун муздата турган болсо, анда электр энергиясы пайда боло турганын биз билебиз. Көрсө, мунун тескерисинче боло турган эффект да бар экен: эгерде термопара аркылуу турактуу ток өткөрө турган болсок, анда анын бир учу ысыйт да, экинчи учу муздай баштайт.



Жарым өткөргүчтүү муздатуучу батареялардын тобу.

Муздак учуна кыроо туруп, муз тоңот.

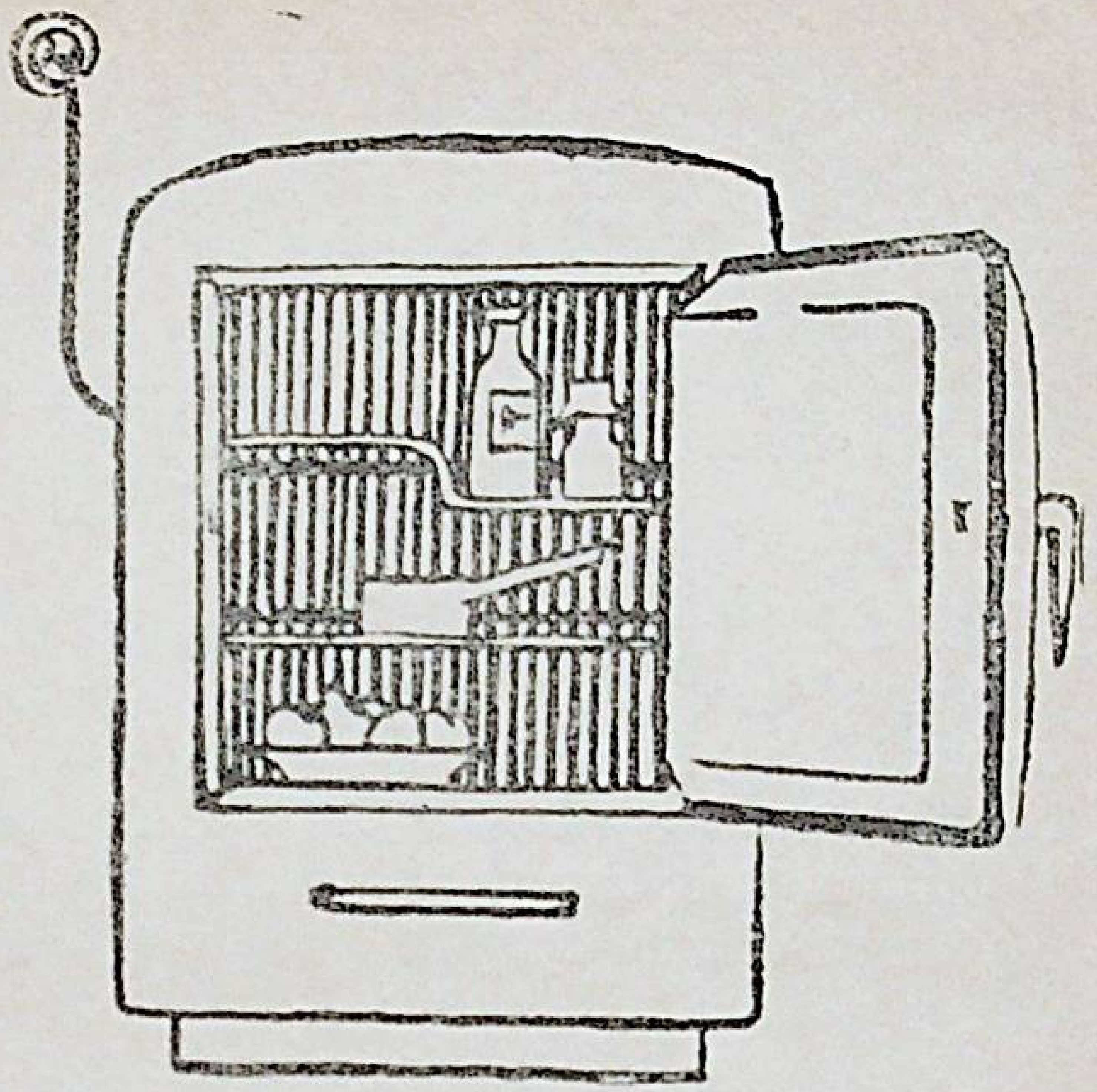
Металлдарга карата бул кубулушту 1834-ж француз физиги Жан Пельтье ачкан. Андан бир өткөн соң петербургдук академик Э. Х. Ленц мадан жана висмуттан турган стержендерге з тогу аркылуу бир тамчы сууну тоңдурган. Бирок дин күндөрдө гана бул кызык кубулуштун пай колдонула турган жолун табууга мүмкүндүк ач Жарым өткөргүчтүү термопараларда Пельтьенин э ти бир кыйла күчтүүрөөк—металлдарга караганда сиз күчтүү пайда болот.

МОТОРСУЗ МУЗДАТКЫЧ

Жарым өткөргүчтүү бир нече термопараларды лаш бириктирип, плитка сыяктуу катарга тизип шат. Андан кийин ток жиберишет. Плитканын муздап, алды жагы ысый баштайт. Дагы бир уш плитка жасашат. Ага да ток жиберип, жылуу төмөн каратып, биринчи плитканын үстүнө кон Алдыңкы плитанын муздак бетинин таасири менен түнкү плитанын жылуу беттери муздай баштайт, о тип экинчи плитканын үстүнкү бетинде мурдагыда күчтүүрөөк суук пайда болот. Жарым өткө түү плиталардын мындай көп катардуу тобун—те паралардын блокторун—жасалма жол менен п боло турган суукту алуу үчүн пайдалануу өтө гайлуу болот. Бул учурда эч кандай кыймылдат тар, насостор, суюктуктар талап кылынбайт. Ал мурда бул заттар муздаткыч установкалардын м түү түрдөгү жабдуулары болуп эсептелип келген.

Электрондук суукту түзүүнүн жөнөкөйлүгү алдына кеңири жол ачат. Балким, жакында газда рылган суу сатыла турган ларёктордогу бактар ж өткөргүчтөрдүн жабдуулары менен жабдыла т мезгил келер. Мороженоени сатуучулар да бул ж жасалма суукту кызуу тосуп алышат. Мы учурларда тонналаган муздарды алыстан ташып ке нүн, катуу углекислотаны ташып келүүнүн мүмкүн болбой калат эмеспи. Электр энергиясы бар жер дин бардыгында эч кандай убарасыз эле суукт пайда кылуу мүмкүндүгү ачылат.

Үйдөгү анчалык чоң болбогон муздаткыч үчүн термопаралардын көп саны талап кылынбайт. Мындай муздаткычтар үчүн термопаралардын бир катардан турган бир же эки плиткасы жетиштүү болот.



Жарым өткөргүчтүү муздаткыч.

Жарым өткөргүчтөрдүн институтунда үй турмушунда колдонула турган электрондук муздаткычтардын бир нече үлгүсүн түзүштү. Алардын бири 63-бетте көрсөтүлгөн.

Мындай муздаткычтын башка муздаткыч аппараттар сыяктуу эле ак шкафы болот. Анын арт жагында радиатордун металл пластиналарынын учтары чыгып турат. Жарым өткөргүчтүү термопаралардан түзүлгөн брусоктор өздөрүнүн жылуулугун сыртка оңой берип турсун үчүн алардын ысытыла турган учтары радиаторлордун пластиналары менен туташтырылган. Радиатордун учундай эле учтары (бирок жылуулукту чыгара турган эмес, аны өзүнө чогулта турган учтары) муздаткыч шкафтын ич жагына орнотулган. Анын пластиналары термопара аркылуу электр тогу өткөн кезде муздай турган жарым өткөргүчтөрдүн учтары менен бириктирилген. Батареянын өзү—бир нече ондогон жарым өткөргүчтүү брусоктордон түзүлгөн көп чоң эмес тик бурчтуу пластинка түрүндө болот. Бул сыяктуу муздаткычтын жабдуулары мына ушулар болот.

„Газоаппарат“ заводу чыгарып, бизде кеңири белгилүү болгон муздаткычтарга караганда мындай муздаткычтар бир кыйла сыйымдуу келет,ошону менен бирге энергияны андан эки эсе азыраак чыгымдоо менен, ага караганда ондогон эсе ишенимдүү иштейт.

Азыр жарым өткөргүчтүү муздаткычтардын жайлык конструкциясы да иштелип чыгарылды. ды „Газоаппарат" жана „Днепр" сыяктуу бел болгон шкафтарга орнотушат. Бул арзан жана иште дүү түрдө иштей турган электр аппараттары жак заводдун конвейеринен чыга баштайт.

ТЕСКЕРИ МУЗДАТКЫЧ

Бул өзүнчө бир кызык кубулуш. Эгерде му кычтын элементтериндеги токтун багытын өз турган болсок, анда муздаткыч аяк-башы кы оодарылып салгандай болот. Мындай учурда ичк диатор ысый баштайт да, ал эми тышкысы муз Муздаткычтын ордуна өзүнчө бир ысытуучу пайда болот.

Токтун багытын өзгөртүү менен биз жылуулу нен суукутку алмаштыргандай, алардын орундары гөрткөндөй болобуз. Бул түшүнүктүү. Мындай у термопаралардагы электрондордун жана тешикчел кыймыл багыты карама-каршы тарапка өзгөрөт эм

Радиостанцияларда частотанын кварцтык стаби торлору деп аталган жабдуулар турат. Мындай дуулар радио берүүлөрү жүрүп жаткан то дун узундугунун туруктуу болушун жөнгө турат. Стабилизатор камерада сакталып, андагы пература ар дайым туруктуу болууга тийиш. дай болбогондо стабилизатор температуранын өз шүнө жараша бирде катуураак, бирде жайыраак меле баштамак. Мындай болушуна жол бербөө термопаралар менен термисторлордун батареяс жарымын камерага киргизишет. Термистор ар температураны өлчөп турат. Эгерде температура дайдыр себептер менен төмөндөп кетсе, ал ошо замат релеге электрдик команда берет. Ал эми термопарага ток жиберет. Эгерде температура тө дөп кетсе, токтун багыты да автоматтык түрдө ма-каршы тарапка өзгөрүп кетет. Анда камера жы баштайт. Жарым өткөргүчтүү приборлор камера температураны көрөгүчтүк менен байкап турат.

Ошол сыяктуу термостаттарды жана муздаткыч ды талапка жараша өтө кичинекей кылып — чоңду

стакандай, ал тургай оймоктой кылып жасап алуу да анчалык кыйын эмес. Алардын кээ бирөөлөрү түрдүү аппараттардын өтө кичинекей тетиктерин ысып кетүүдөн сактап турат. Ал эми башкалары болсо тирүү ткандарды, микроорганизмдерди муздатып, аларды микроскоп алдында изилдеген кезде температурасын сактап турууга жардам берет. Бир гана термопарадан түзүлгөн кичинекей жарым өткөргүчтүү муздаткычтын негизинде өтө ыңгайлуу гигрометрди — абанын нымдуулугун өлчөй турган приборду түзүүгө мүмкүн болду.

Мына ошентип, электр менен муздатуу илимдин көп сандаган маселелерин чечүүгө жардам берет.

Бирок физиктер электр менен муздатууну жана жылытууну практикада мындан да бир кыйла эффективдүү пайдаланууга умтулуп жатышат. Азыркы мезгилде мына ушул жабдуулардын негизинде имараттарды жылытуунун оригиналдуу жылыткыч-муздаткыч системасын түзүү идеясы пайда болду.

ЖАСАЛМА КЛИМАТ

Келечектеги кадимки эле турак үйгө көз жиберип көрөлү. Бул учурда биздин көз алдыбызга терезелердин алдындагы оймо-чиймелүү металл решёткасы учурайт. Бул коолдук үчүн коюлган эмес. Үйдүн ичине кирип көрөлү. Бөлмөлөрдүн ичинде терезелердин алдында да ошондой эле решёткалар турат. Бул эмне болуу экен? Бул — жарым өткөргүчтүү термопаралардын радиаторлору. Бул радиаторлор аркылуу электр тогу өткөндө бөлмөдөгү пластиналар ысый баштайт. Бир заалда үйдүн ичи ысып кетти дейли. Үйдүн ээси бурагычты айландырып коёт. Эми ток карама-каршы багытты көздөй жүрөт да, радиатордун бөлмөдөгү пластиналары үйдүн ичиндеги ашык жылуулукту өзүнө тартып муздай баштайт. Ошентип, ысыктык тез эле төмөндөйт. Мындай үйлөрдүн ээлерине бөлмөлөрдөгү температура жөнүндө кам көрүп олтурууга туура келбейт. Бул кам көрүүнү биздин инженерлерибиз термопаралар жана термисторлор менен иштей турган автоматтык аппараттарга өткөрүп беришкен. Бүткүл үйдүн ичиндеги температура кварцтык стабилизатордун камерасындагы сыяктуу эле ар дайым талап кылынган бир калыпта сакталып турат.

Жылытуунун мындай системасынын артыкчы[лыгы] өтө зор. Анын жөнөкөйлүгү жана тазалыгы мы[...] турсун (бул учурда от жагыла турган очок, к[...] буу казандары, көмүр, шлак болбойт эмеспи), ал[...] бою иштей берет: кышында үйдү жылытат, ал[...] жайында үйдүн ичин салкындатып турат. Анын ү[...] бул система өтө эле үнөмдүү келет. Мисалы, а[...] 20 градуска жылытуу үчүн азыркы мезгилдеги ж[...] туусу эң сонун системаларга караганда энергияны [...] эсе аз керек кылат.

Муну кандайча түшүндүрүүгө болот?

Көрсө, үй жалаң гана электр тогунун эсебинен [...]лытылбайт экен. Жылуулук кандайдыр бир өлч[...] тыштан, көчөдөн да алынат экен,—ансыз да му[...] турган тышкы абаны муздатуунун эсебинен ал[...] турбайбы.

Мындай учурда көчөдөгү аба да өзүн жыл[...] үчүн „иштей баштайт",—ал тышкы радиаторло[...] жылуулук алып турат.

Бул кубулушту жакшылап ойлонуп көргүлөчү!

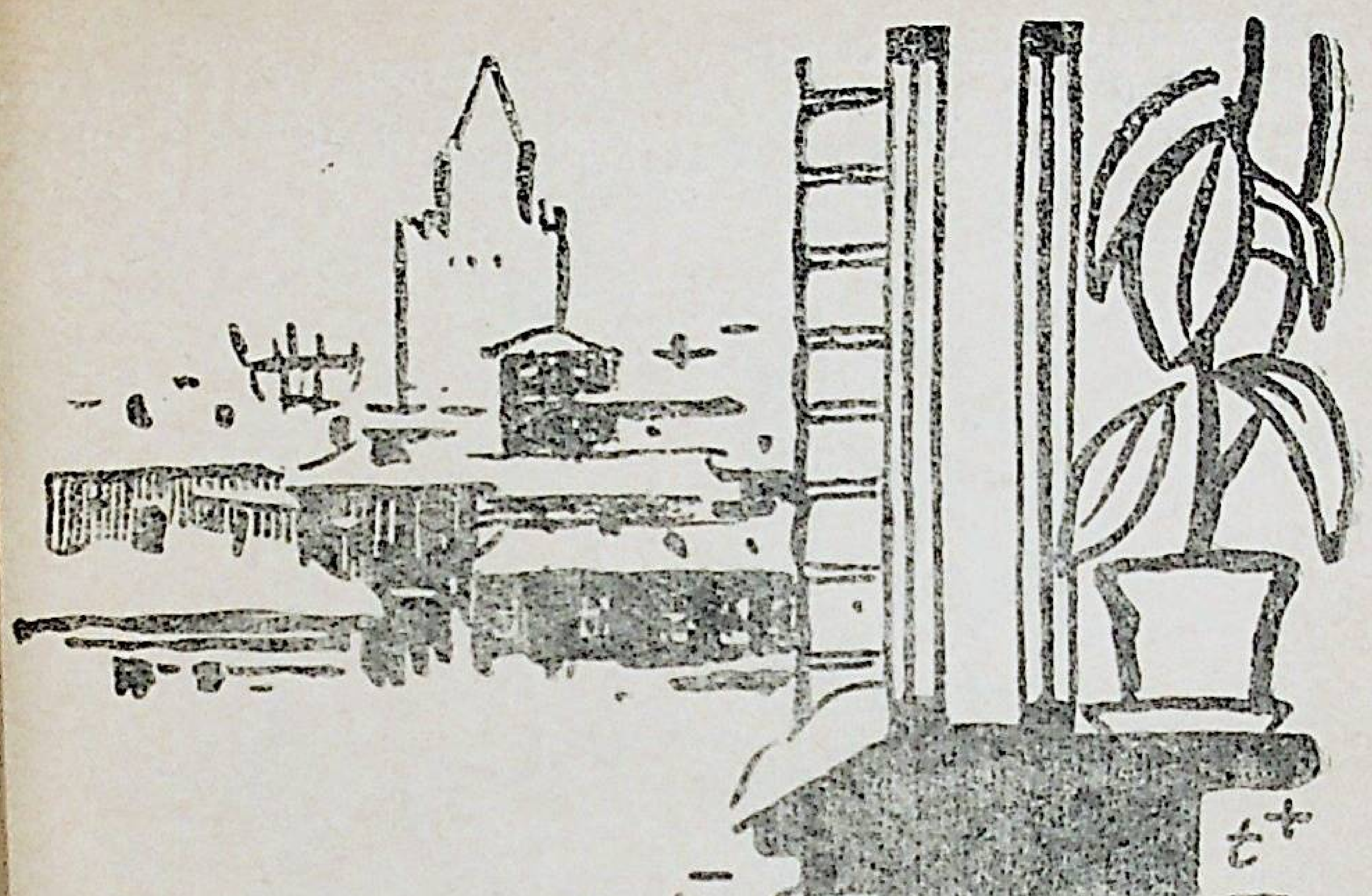
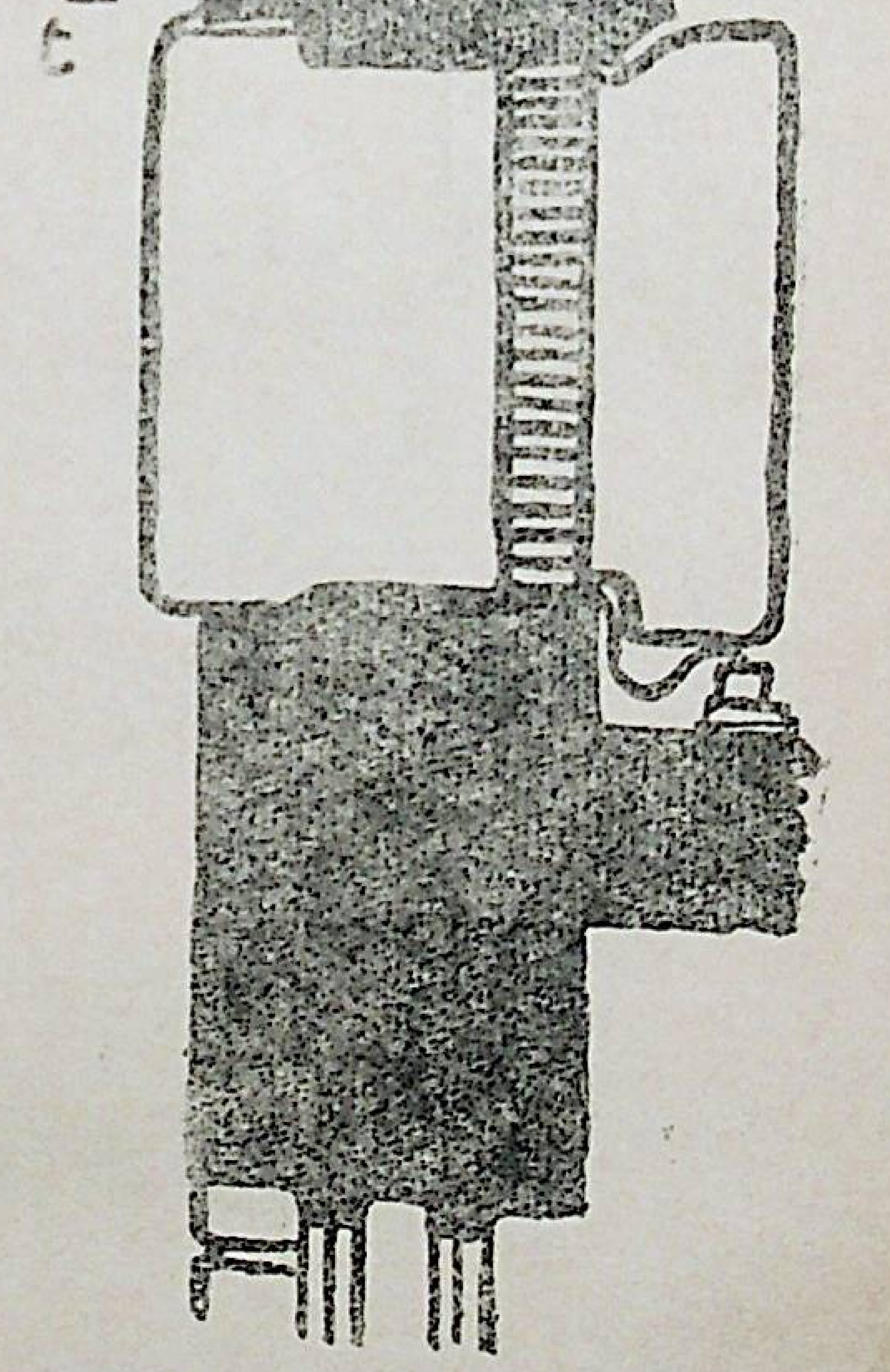
Эзелтен бери карай ысык нерсе гана: от, күн [...] жылыта алат деп эсептеп келишкен. Ал эми ж[...] өткөргүчтүү термобатареяда суутук жана элект[...]гу жылуулукту пайда кыла алат.

Жарым өткөргүчтөрдү өздөштүрүү менен биз [...]кы аяздан да өзүбүзгө пайда келтире алабыз!

Силер бул главада таанышып өткөн жабдуула[...] дөрүнүн арналышы жагынан жаңылык болуп [...]телбейт.

Жылуулукту электр тогуна айландыра турга[...] шиналардын системасы көптөн бери карай эле [...]лүү. Бизде муздаткычтар да, жасалма климаттын [...]новкалары да бар.

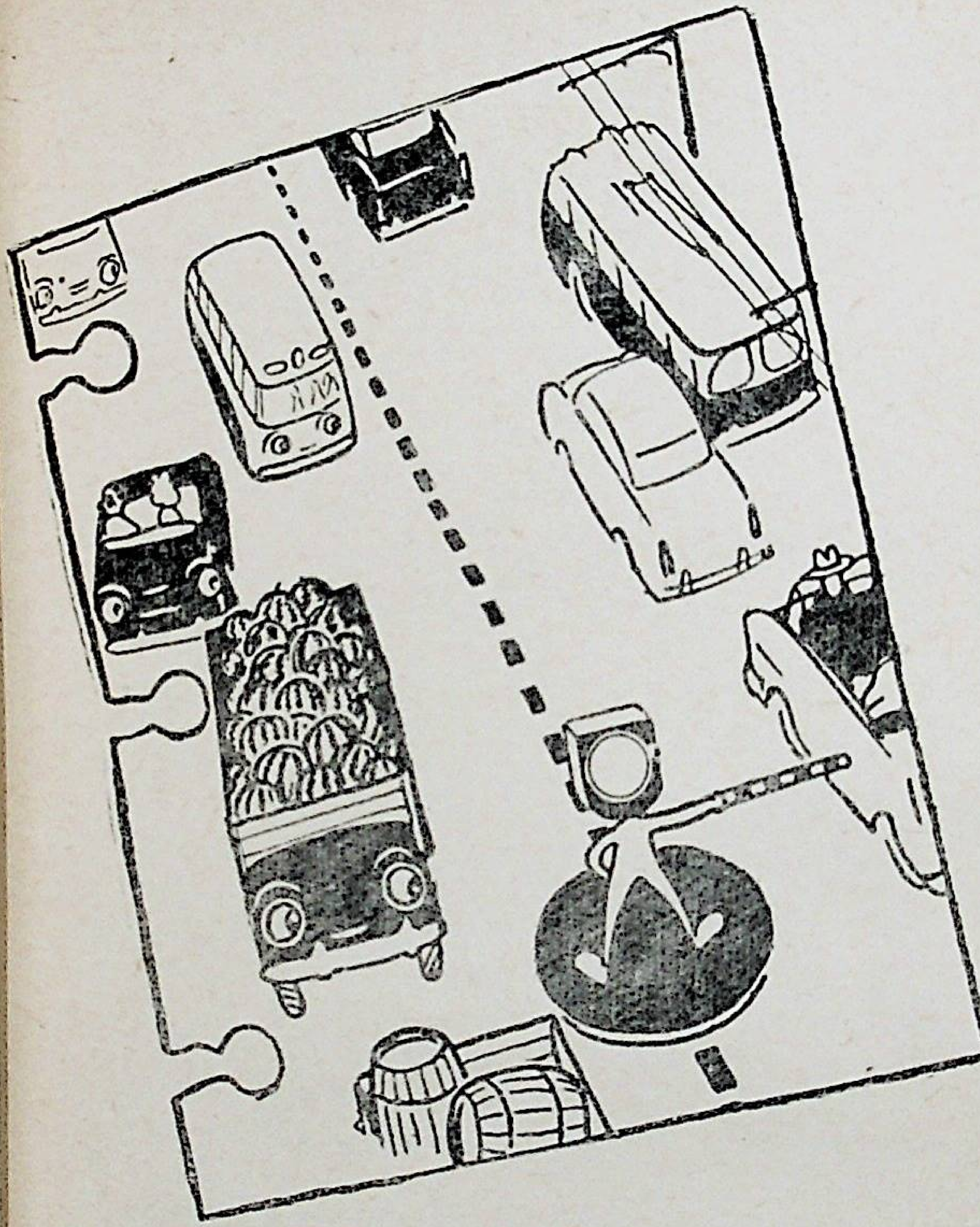
Бирок бардыгыбызга белгилүү болгон техник[...] жабдуулар жалпы бир өзгөчөлүгү—аларда канда[...] бир механизмдин милдеттүү түрдө боло турга[...] менен айырмаланат: аларда кыймылдаткычтардын [...]дары айланып, насостордун поршендери ары-бери [...]лып, трансмиссиялар кыймылга келип турат. Ал [...] ар кандай механикалык кыймылдын учурунда [...]лүүгө, тетиктердин жешилүүсүнө энергия коро[...] болот. Механизмдерди камкордук менен күтүп, [...]гил-мезгили менен ремонт кылып, бузулган бөлүктөрүн алмаштырып туруу керек. Азыркы техника мүмкүн болгон бардык жерлерде механикалык кыймылдан кутулууга аракет кылып жаткандыгы таң каларлык иш эмес.

Азыркы мезгилде өндүрүштүн эң эле ар түрдүү тармактарына, СССР илимдер Академиясынын президенти А. Н. Несмеянов „механизмсиз" деп туура атаган процесстер киргизилип жатат. Бул жаңы прогрессивдүү техниканын ачык мисалдары болуп термоэлектрогенераторлор, электрондук муздаткычтар жана алардын ар кандай

Келечектеги турак үйлөрдөгү жарым өткөргүчтөр менен иштей турган жылыткыч-муздаткыч система ушундай болот.

айкалышуулары сыяктуу жарым өткөргүчтүү жабд...
лар эсептеле алат. Булар биздин индустриябыздын ...
лечегинин шексиз жарчылары болот.



КӨРӨ ТУРГАН МАШИНАЛАР

АВТОМОБИЛДИН КӨЗҮ

Жылкы кылымдардан бери карай адамга кызмат кылып келген. Андан кийин адам анын ордуна машиналарды: автомобилди, тракторду куруп алды... Булар атка караганда ондогон эсе күчтүү болуу менен, жүктү аларга караганда бир кыйла көп жана ылдам ташыйт. Бирок аттын артыкчылыгы бар—анын алдындагы нерсени көргөндүгү зор артыкчылыгы болот.

Эски Москвада кайдадыр бир жерде ямщик арабасына олтуруп, тизгинди тартып коюп, эки жагын каранып кете бере турган. Анын аты жолду өзү таап жүрө турган. Мына ошондо адам ойлонуп калды: машиналардын да көзү болсо кандай жакшы болор эле.

Илимий-фантастикалык аңгемелердин биринде „көрүүчү“ автомобиль сүрөттөлүп жазылган. Ал светофордун кызыл жарыгы күйгөндө өзү токтоп, жашыл жарыгы күйгөндө жүрө баштайт да, алдында учураган тоскоолдуктардан айланып өтүп, ал тургай оозун ачып шашып калган адамдардын жанына жакындаганда тормоз берип токтоп да калат. Машина болсо ошондой болсун! Анын шофери мыкты үйрөтүлгөн ат чегилген арабанын ямщигинен өзүн кем сезбес эле. Балким, ага ошол эле шофердин да таптакыр кереги болбой калар. Мына аңгемеде „көрүүчү“ автомобиль өз алдынча узак саякатка чыгат.

Бул фантастикада ишке ашпай турган эч нерсе ж Машиналардын „электрондук көзү“ болуп эсепте фотоэлементтер көптөн бери карай эле белгилүү. рым өткөргүчтөрдү колдонуу менен алар таң калар түрдө жөнөкөйлөштүрүлүп жана арзандатылат.

Электрдик көрүү идеясы өткөн кылымда эле па болгон. Баарыдан мурда, техника физикадан *ваку дук фотоэлементтер* деп аталган нерселерди а Бул фотоэлементтердин түзүлүшүнүн негизин көрү түү орус окумуштуусу А. Г. Столетов өзүнүн из дөөлөрү менен баштады.

ЖАРЫК МЕНЕН АТУУ

Жаратылышта ачык кубулуш сыяктанып көрүн жарыктын сырларын ачуу үчүн окумуштуулар көп гек кылышты. Мындан жарым кылым мурда гана а сырларын ачууга мүмкүндүк туулду.

Жарыктын табияты эки түрдүү болуп чыкты.

Татаал физикалык кубулуштарды түшүндүрүп от бай эле, бир тараптан жарык—электромагниттик та нын толкундук кыймылы экендигин (ошол эле ра толкундар, бирок өтө кыска толкундар болот) эке көрсөтөбүз. Экинчи тараптан, жарык—*фотон* бөлү лөрүнүн агымы болот. Ушул айтылгандардын негизи биз кандайдыр бир нерсени жарык кылуу менен, электромагниттик вибрациялардын өзүнчө бир уютк ры менен аткандай болобуз.

Эгерде жарыктын мына ушундай „огу“ металл же жарым өткөргүчтүн бетине тийсе эмне болот? учурда ал өзүнүн энергиясын ошол заттын электрон руна бере алат. Алардын кээ бирөөлөрү бул учу ушунчалык күчтүү түрткү алгандыктан, заттан чыгат да, аны курчап турган мейкиндикке чыгып тет.

Төмөнкүдөй бир анчалык татаал болбогон прибор көз алдыңарга элестетип көргүлө. Абасы сордуруп гарылган айнек баллондун ичине металлдан жасал эки пластинка ширетилип бекитилген. Эки зым алар электр батарейкасы менен туташтырып турат. Батар канын терс полюсу менен туташтырылган жана кат болуп эсептелген пластинкага жарык шооласын жиб

ребиз. Бул учурда андан электрондор учуп чыга баштайт. Мындай электрон металлдан чыгар замат эле, аларды электр талаасы курчап алат да, оң заряд менен заряддалган пластинканы көздөй, башкача айтканда, анодду көздөй алып жөнөйт. Катодго жарык берилип турган учурдун бардыгында прибор аркылуу электрондор учуп турат. Мында электр тогу жарык шооласы аркылуу пайда болот.

Бул прибор эң жөнөкөй вакуумдук фотоэлемент болот.

„АЙНЕК КӨЗ“

Вакуумдук фотоэлементтин өтө маанилүү өзгөчөлүгү бар—ал өтө тез аракет кылгандыгы менен айырмаланат. Бул „айнек көз“ жарык кылууга электр тогунун түрткүсү менен көз ирмегенче жооп берет. Мына ошондуктан бул прибор улам-улам берилип тура турган жарыктын белгилерин электрдик термелүүлөргө айландыруу талап кылынган бардык жерлерде колдонулат.

Мисалы, үндүү кинонун киноаппаратында „үн жолунун“ тилкелери көзгө көрүнбөгөндөй тездик менен ылдам өтүп турат. Фотоэлемент анын алмашылып турушун токтун пульсациясына айландырат да, катуу сүйлөгүчтөрдөн музыканын үнү угулуп турат.

Телевизордун экранында балерина бийлеп жатат дейлик. Силер аны кароо менен „айнек көздүн“ кызматынан пайдаланган болосуңар. Студияда бийлеп жаткан артистканын алдына берүүчү телевизордук трубка—өзүнчө бир вакуумдук фотоэлемент орнотулат. Ар бир секунда сайын анда миллиондогон электрдик импульстар пайда болуп, мына ошол импульстар аркылуу сүрөттөлүш берилет.

Ошентип, вакуумдук фотоэлемент өтө тез иштей турган аппарат болот. Бирок ал бир аз көрбөй да калат. Анын жарыкка карата болгон сезгичтиги техниканы канааттандырбайт. „Айнек көзгө“ эриксизден лампалык күчөткүчтөрдү кошумча орнотууга туура келет, ал эми бул болсо анын практикалык жактан колдонулушун кымбаттатып жана чектеп коёт.

Бул прибордун сезгичтигин күчөтүү үчүн ойлоп
таргычтар көп эмгек кылышты. Бул үчүн фотоэле
тин катодун атайын заттар менен каптап, баллонго
толтурушту, ал тургай электрондорду көбөйтүп ж
ре турган жабдууну да ойлоп табышты.

Ошондой болсо да „айнек көз“ жарыкка ка
жетиштүү сезгичтикке ээ боло алган жок. Прибор
кемчилигин инженерлер жалаң гана бул жагы
көрүшкөн жок. Ар кандай айнек сыяктуу эле
морт болуу менен, узакка чыдамдуу болбой, үне
боло турган. Назик айнек прибору машинада күрү
иштеп жаткан валдардын жана шестерёндордун жа
да өтө эле калтыс абалда боло турган. Бул прибо
заводдун цехинде иштетүү үчүн ылайыкташтыру
кыйын болучу.

„Айнек көздү“ өркүндөтүүнүн үстүндө көп иште
бирок чечүүчү ийгиликтерге жетишүүгө болгон ж
Ошондой болсо да, мындан сексен жыл мурда
бул кыйын абалдан чыгуунун айласын алдын-ала к
сөткөн бир кубулуш ачылган болучу.

УНУТУЛУП КАЛГАН АЧЫЛЫШ

Өзүнүн эмгектеринин бирин ишке ашыруу ү
англиялык физик Уиллоубай Смит электр каршы
чоң болгон материалдарды издеген. Окумуштуу
максат менен көп заттарды сынап көрүп, акыр-аягы
селен деген жарым өткөргүчтөн жасалган таякчага т
тоого чечим кылган.

Смит селен таякчасын өзүнүн электрдик схемас
киргизген. Бир кыйла убакыт өткөн соң кандайдыр
түшүнүксүз кубулуш келип чыккан: чынжырдагы
кокусунан эле көбөйүп кеткен. Окумуштуу чынжыр
кайсы бир жеринде кыска туташтыруу болбосун
аны текшерип чыккан. Текшергенде бардыгы жай
болгон. Ошентип ал кокусунан эле байкап калат: көр
жанагы селен таякчасына терезеден күндүн нуру
шуп турган экен. Күндүн нуру анын электр өткөр
чүлүгүн кантип эле ушунчалык өзгөртүп жиберс
Смит күндүн нурун колу менен тосуп турса, чынж
дагы ток азая түшкөн. Ошентип, бул кубулуштун с
беби табылган!

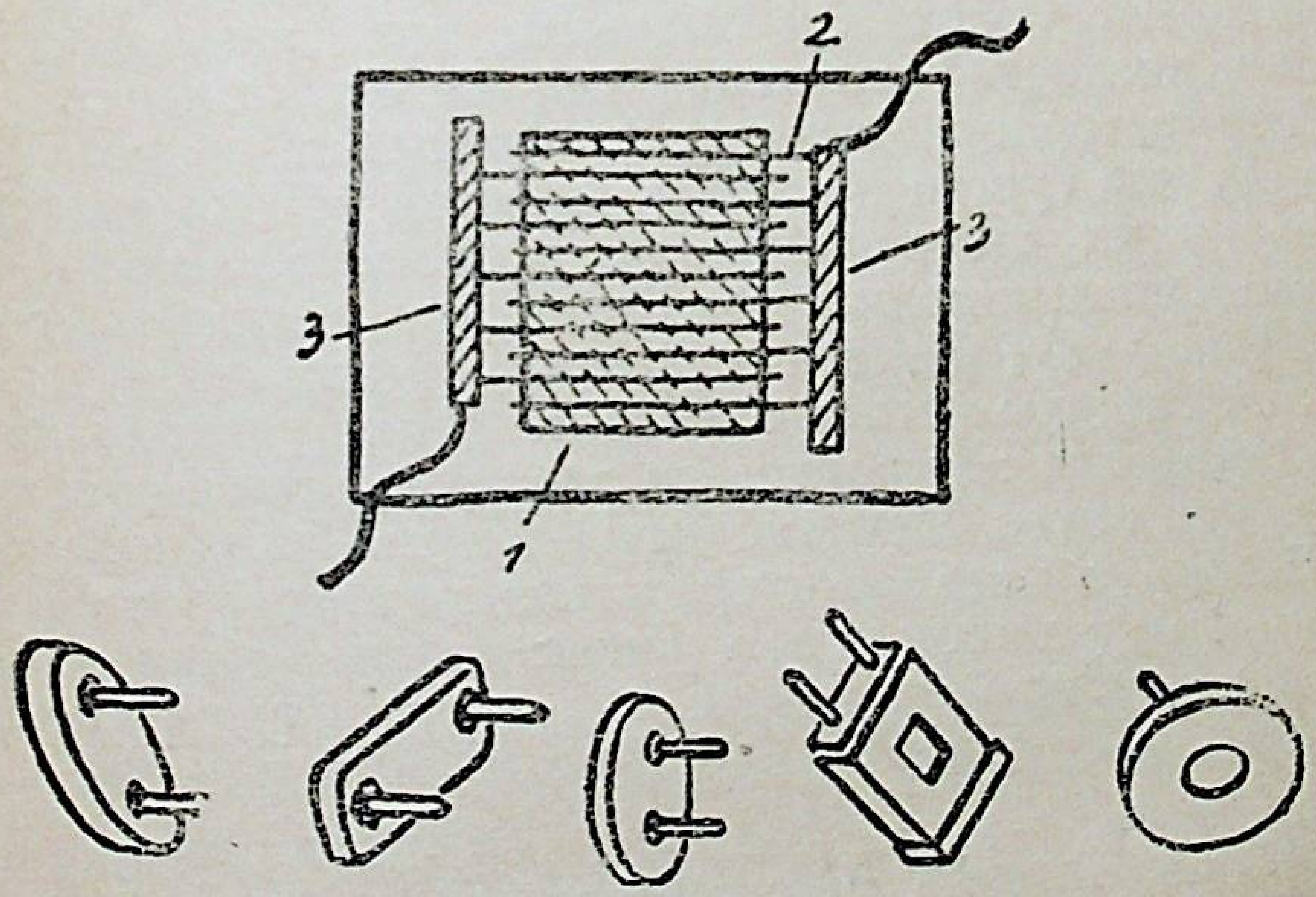
Окумуштуу бул өзүнүн ачышы жөнүндө жолдошторуна айтып берген, ошентип көп узабай эле селенден жасалган биринчи фотокаршылык түзүлгөн. Идеалдуу түрдөгү жөнөкөй прибор болуп эсептелген кичинекей жарым өткөргүч адамдын көзүнө караганда жарыкты ондогон эсе күчтүүрөөк сезе турган болуп чыкты!

Жарым өткөргүчтөрдүн физикасындагы көп сандаган башка нерселер сыяктуу эле фотокаршылыктын ойлонуп чыгарылышы адегенде эч кандай кызыкчылык туудурган эмес. Аны тез эле унутуп калышып, жарым кылым өткөндөн кийин селендин жарыкты „сезгичтиги“ жаңыдан ачылгандан кийин гана эске түшүрүшкөн.

„КӨРҮҮЧҮ“ МАТЕРИАЛДАР

Кийинки он жылдыктардын ичинде изилдөөчүлөр селендин эң сонун касиетине бул же тигил даражада ээ болгон көп сандаган жарым өткөргүчтөрдү табышты.

Ошону менен бирге алардын жарык менен өз ара



Үстүнкүсү—селен фотокаршылыгынын конструкциясынын схемасы 1—селен; 2—айнектеги штыркалар; 3—электроддор. Алдыңкысы—биздин ата мекендик өнөр жайларыбыз чыгарып жаткан фотокаршылыктардын сырткы көрүнүшү.

аракеттешүүсүнүн себептери да бир кыйла толугура аныкталды. Вакуумдук фотоэлементтин баллонунда кубулушка караганда мында бардыгы бир кыйла ә нөкөй болот.

„Жарык окторунун“ бүтүн бир кезеги жарым ө көргүчтүн катмарына кирет. Анда фотондор өзүлөр нүн энергиясын атомдордун туткунунан электрондор куткарууга, тешикчелерди пайда кылууга сарып кы

Электрондор эркиндик алуу менен вакуумдук ф тоэлементтеги сыяктуу заттан учуп чыгып кетишпе Аларды ушул эле жерде, жарым өткөргүчтүн түзде түз ичинде эле электр талаасы курчап алат.

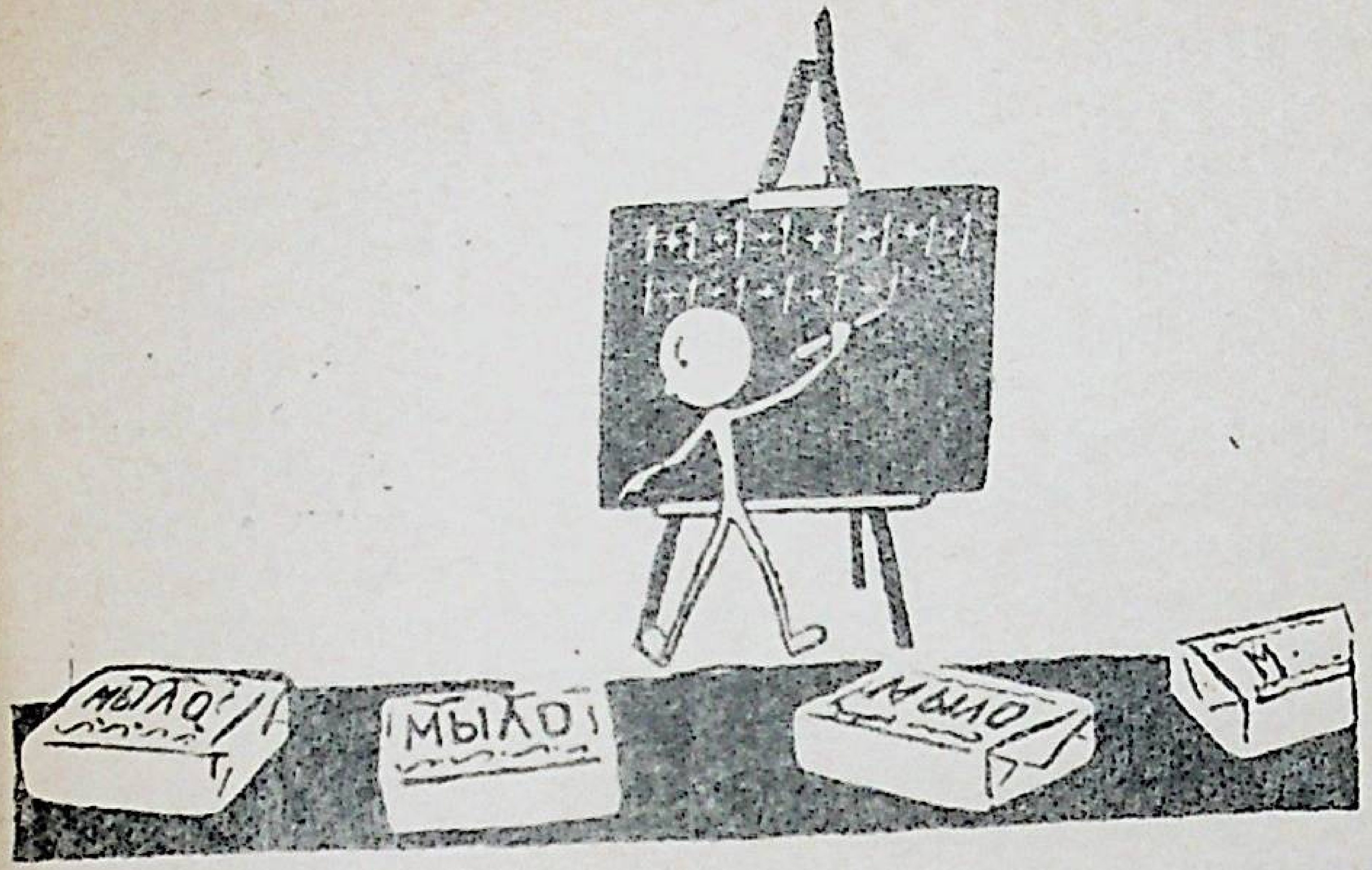
Азыркы мезгилде ар түрдүү материалдардан ө көп сандагы фотокаршылыктар түзүлгөн. Алардын зүлүшү жана сырткы көрүнүшү алардын дайында шына жараша ар түрдүү болот. Фотокаршылыктар ишттөө жагынан вакуумдук фотоэлементтерге карага да артта кала тургандыгы ырас, кээ бир учурлар температура өзгөрүлгөндө өздөрүнүн касиеттерин гөртүп жиберишет. Ошондой болсо да, алар даяр лышы жагынан жеңил, ишенимдүү, көпкө чыдамд жана арзан болот. Эң башкысы, бул „таш көздөр „айнек көздөргө“ караганда миң эсе сезгич келет.

Термисторлор сыяктуу инфракызыл шоолалар кармап ала турган (а түгүл адамдын денеси чыгар инфракызыл шоолаларды да) фотокаршылыктар б Фотокаршылыктардын кээ бирөөлөрү ультрафиолет шоолалануунун, рентген нурларын, радиоактивдүү га ма-шоолаларды регистрациялайт. Мына ушул жөнө приборлордун негизинде өтө эле ар түрдүү автомат дүркүрөп өнүгө баштагандыгы таң каларлык иш эм

Биздин өлкөдө фотокаршылыктарды түзүү жана ш ке киргизүү жагынан зор эмгек жарым өткөргүчте дүн физикасынын талыкпас энтузиасты болгон лени граддык окумуштуу Б. Т. Коломийцке таандык.

ЗАВОДДУН ЦЕХТЕРИНДЕ

Биздин өлкөдө фотокаршылыктар Ленинграддаг Карпов атындагы самын жасоочу заводдо биринчи б луп колдонула баштады. Мында алар конвейерден чы гып жаткан самындарды тыкандык менен санап тура



Самын конвейердин үстүндө жылып бараткан кезде фотокаршылыкка багытталган жарык шооласын кесип өтөт. Бул учурда прибордогу ток бир аз азая түшүп, аны ошол эле замат электромеханикалык эсептегич белгилеп коёт.

Төрт жылдан бери карай бул автоматика үзгүлтүксүз иштеп келе жатат. Заводдун новаторлору „ритмомер“ деп аталган атайын бир приборду эсептегич менен бириктирип коюшту. Аны кароо менен ар кандай мезгилде сменалык жана айлык пландын аткарылышы жөнүндө маалыматтарды алууга болот.

Башка бир мисалды алып көрөлү.

Подшипниктер үчүн арналган жылмаланган шариктер ноочо боюнча тоголонуп турат дейли. Алардын бардыгы бирдей эмес. Жакшы иштетилгендери—жаркырак, ачык түстө, кадим эле сымаптын бир тамчысындай сыяктанып көрүнөт. Кээ бир учурда күңүрт түстүүлөрү да кезигет. Мындай шариктер жакшы жылмаланбаган шариктер болот.

Шариктер тез тоголонуп олтуруп, эки айрыла турган жолго туш келишет: жанагы ноочо экиге бөлүнүп кетет да, ал эми ошол бөлүнгөн жерде калитка турат. Кадим эле сыйкырдуу таякчанын шилтениши менен ачылып жаткансып, ал бирде оң жактагы, бирде сол жактагы жолду ачып турат. Бардык жаркырак шарик-

тер эч тоскоолдуксуз оң жакты көздөй—жыйнагыч ...
папты көздөй өтүп кетет, ал эми күңүрттөрү сол ...
ка, бракттар түшө турган ящикке барат.

Бул автомат кандайча түзүлгөн? Бул да фото...
шылыктын негизинде түзүлгөн.

Фотокаршылык калитканын алдында ноочонун ...
нында турат. Бул прибор ар бир шарикти „карап ...
рүүгө" үлгүрөт да, кайсы жолду ачуу керектиги ...
нүндө калиткага электрдик команда берип турат. Ж...
кыраган жана күңүрт түстөгү шариктерден жарык ...
дей чагылбайт эмеспи. Шарикоподшипниктердин за...
дунда бул жөнөкөй механикалык контролёр ондо...
адамдардын эмгегин алмаштырат.

Фотокаршылыктар азыр силер окуп олтурган ките...
басууда да колдонулат. Басмаканада алар машинага ...
газдын ашык барагы кирип калбоо жагын, киргизил...
кагаздар тегиз, айрылбай жатышын байкап турат. ...
кандай тоскоолдук боло калганда фотокаршылы...
ошол эле замат китеп басып жаткан машинаны то...
тушат.

КАМКОР ПРЕСС

Биз автомобиль заводунун бир цехиндебиз де...
Жумушчу аял болоттон жасалган тетикти тез эле пр...
тин алдына коёт. Пресс бир койгондо—келечек...
фардын корпусу даяр болот. Бир секунда өткөн...
пресс дагы бир коёт, ошондо дагы бир фар штамп...
алдынан чыгарылат. Андан кийин дагы бир койгон...
андан кийинки тетик пайда болот... Болоттон жаса...
жоон тегеректерди машина канчалык эпчилдик ме...
кысып жаткандыгына кызыгып, ал жерге жакы...
келесиңер. Ошол учурда жанагы жумушчу аял силе...
мындай деп сунуш кылат:

—Ползундун алдына колуңарды коюп көргүлөчү...

Бул эмне дегени? Биздин кулагыбызга ушу...
угулуп жатабы, же бу акылынан адашкан адам...
Жок, ал күлүмсүрөп:

—Эмне, коркуп турасыңарбы? Сынап көрүү ко...
нучтуубу?—дейт.

—Мында сынап көрүүнүн эмне кереги бар! Ко...
анын алдына койгондо жанчып кетет да!

—Андай болсо, мен коюп көрөйүн!

Силер акылыңарды жыйгыча ал колун так эле ползундун алдына салып жиберет... Так ошол учурда кийлейген металл жабдуусу тормоздорун кычыратып, ордунда туруп калат.

—Коопсуздуктун техникасы!—деп жумушчу аял сыймыктангандык менен түшүндүрө баштайт.

Эгерде силер анын колу кантип майып болбой калгандыгын сурай баштасаңар, ал силерге көп кызык нерселерди айтып берет.

Прессте иштеген кезде коопсуз болсун үчүн инженерлер кандай гана нерселерди ойлоп табышкан жок! Мисалы, машинаны ишке киргизүү үчүн бир гана тетикти жасабай, жумушчунун эки колу тең бошобосун деп эки кнопканы коюшту. Дагы бир мындай жабдууну ойлоп табышты: ползун төмөн көздөй жылган кезде коркунучтуу орунга дуушар болгон адамдын колун четке түртүп жиберүү үчүн атайын планка алга чыгарылат. Ал тургай жумушчунун колун ичке чынжырга байлап да көрүштү,—ползун төмөн көздөй жылган сайын анын колу чынжыр аркылуу жогору көтөрүлүп турган. Коопсуздуктун мындай жабдуулары өтө ыңгайсыз болуу менен, адамдарды алагды кылып, ишке тоскоолдук кылгандыгын көз алдыга келтирүү анчалык кыйын эмес.

Ал эми көрүүчү прессти алып көргүлөчү. Ал жалаң гана иштебестен, ошону менен бирге адамдын колун жанчып албасын үчүн көрүп да турат, кокусунан жумушчунун колу ползундун алдына туура келип калса, лампочкадан фотокаршылыкка түшүп турган жарык шооласы тосулуп калып, ал тормоздорго команда берет. Ошентип, мындай пресс менен иштөө бир кыйла жеңил жана коопсуз болуп калды.

ЖАРЫК ЭСТАФЕТАСЫ

Карышкырларга кандайча мергенчилик кыла тургандыгын билесиңерби? Бул үчүн кызыл желекчелердин гирляндасын алып, токойдун четиндеги дарактарга кыдырата илип коюшат. Карышкырлар желекчелерге туш келгенде желекчелердин көнүмүш болбогон көрүнүшү аларды чочутат да, карышкырлар артын көздөй кача баштайт. Гирляндалардын бир жеринде өткөөл жасалат.

Карышкыр ошол жакты көздөй качып, андып жатка… мергенчинин огуна туш келет.

Москвадагы „Прожектор“ заводунун цехтеринин би… ринен мурда ушул сыяктуу гирляндаларды көрүү… болор эле. Алар эмнеге керек кылынган?

Прожекторду сыноо жүрүп жатат деп көз алдынар… га элестеткиле. Жогорку вольттуу сыноочу установ… түздөн-түз эле цехтин өзүнө орнотулган. Ток коё бе… рилгенде анын жанына жакын келүүгө болбойт: анд… гы чыңалуу өтө коркунучтуу болуу менен, үч м… вольтко барабар болот. Ошондуктан, адамдардын коо… суздугун камсыз кылуу үчүн установканы желекче… лердин гирляндасы менен курчап коюшкан. Бул—тыю… салынган зонага кирбөө керектиги жөнүндө белги бе… ген шарттуу сигнал болучу.

Бирок адам карышкыр сыяктуу желекчелерде… коркпойт эмеспи. Кээ бир учурларда слесарга гирля… данын ары жагында турган станоктун үстүндө жатк… отвёртка керек болуп калганда, ал өз өмүрүн тобоке… ге салып, коркунучтуу жерге бара турган. Мында… учурлар көп болгон. Ошондуктан сынагычтар өздөр… нүн айланасында турган адамдарга этияттык менен к… салып, кокустук боло калганда токту өчүрүү үчүн… дайым даяр турууга тийиш эле.

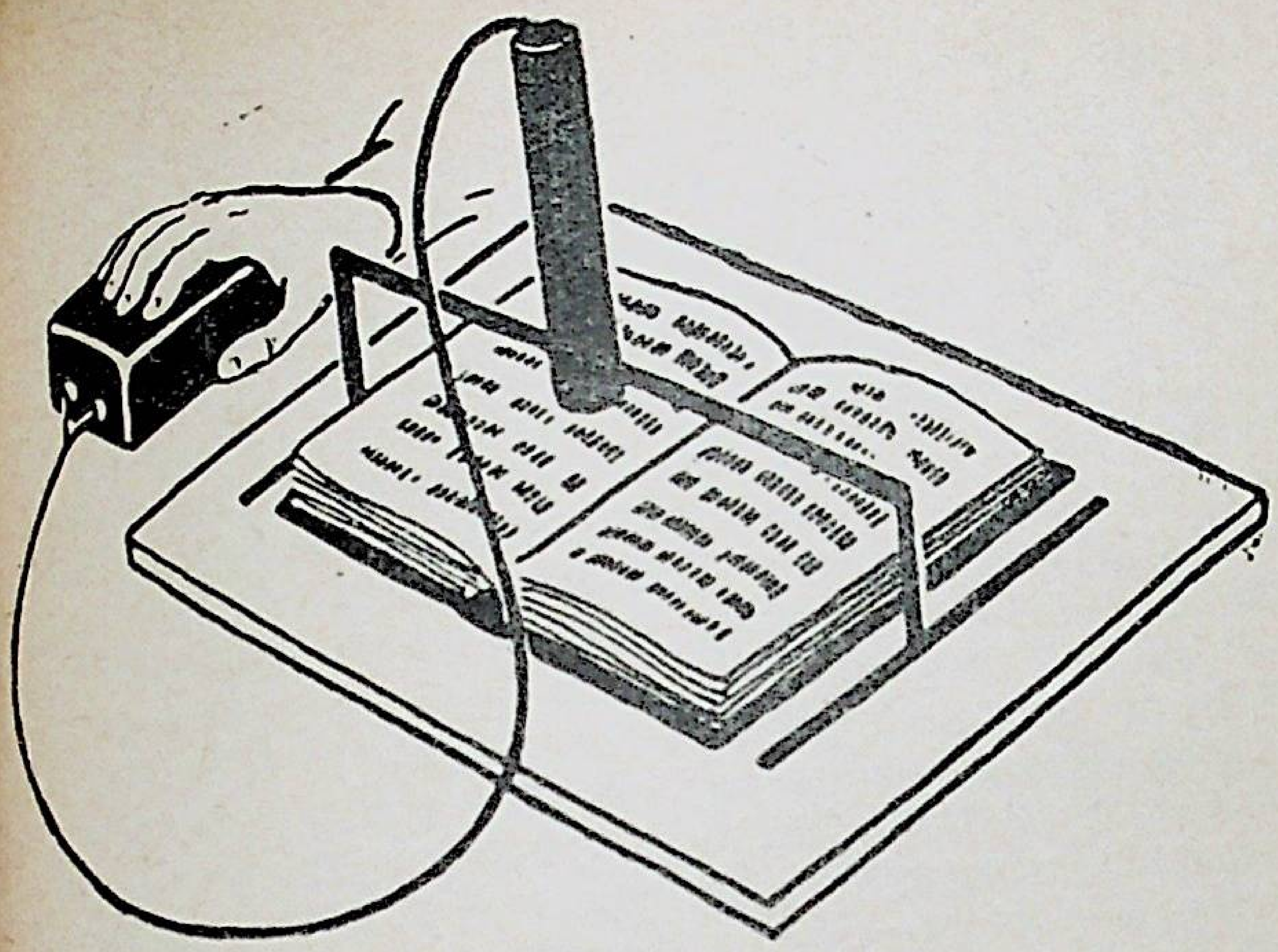
Азыр заводдун цехтеринен эч кандай желекчелер… көрбөйсүң. Сынагычтар ачууланууну да коюшту. Ал… бул иште фотокаршылыкты күзөтчү кылып дайындашт…

Кичинекей лампочканын жарыгы линза аркылуу то… толот да, эстафетадагы сыяктуу эле бир нече күзгү… аркылуу берилип, тыюу салынган зонаны курчап ал… менен, „кристаллдык көзгө“ түшөт. Эгерде кимд… бирөө тыюу салынган орунга кире турган болсо, бер… лип турган жарык шооласы үзүлөт да, фотокаршылык а… кылуу өтүп турган ток чукулунан азаят, ошонун наты… жасында жогорку чыңалуудагы ток дароо токтотула…

Бул сыяктуу көрүүчү автомат-сактагычтар азы… жүздөп саналат.

ОКУЙ ТУРГАН МАШИНАЛАР

Күңүрт көз айнек кийген адам стол жанында оту… рат дейли. Ал таптакыр көрбөгөн адам. Бирок анын ал…



Сокурлар үчүн жасалган окуй турган машина.

дында кадимки эле китеп, азыр силердин алдынарда жаткан сыяктуу эле китеп ачылып турат. Жанагы сокур адам ошол китепти окуп жатат.

Көрүү сезиминен ажыраган адамдар манчалары менен сыйпалап окуй тургандыгы белгилүү. Сокурлар үчүн басылып чыга турган китептердеги тамгалар, цифралар, тыныч белгилери томпоюп чыга турган точкалардын түрдүү айкалыштары аркылуу сүрөттөлөт. Бирок азыр сокурлар кадимки эле жол менен басылган тексттерди—китептерди, журналдарды, газеталарды ж. б. окуй алышат.

Күңүрт көз айнек кийген адамдын алдында жаткан китептин үстүндө анын барактарына жакын түрдө китептеги саптарды узата бойлоп кичинекей металл цилиндрчеси жылып жүрөт. Ал эми анын жанында кичинекей тактайча болуу менен, сокурдун колу ошонун үстүндө турат. Анын манчаларынын алды жагында алты көзөнөкчөлөр катары менен орун алган, алардан металл стержендердин учтары улам чыгып турат. Цилиндрче китептеги саптарды бойлоп жылганда, стержендер өздөрүнүн орун алышын тез өзгөртүп турушат:

кээ бирөөлөрү жашынып калса, башка бирөөлөрү чы
гып турат. Көрсө, көзөнөкчөлөрдөгү стержендердин ко
фигурациясы так ошол учурда цилиндрче ары-бе
жылып турган китептеги тамгаларга ылайык келет экен

Буга кандайча жетишилет?

Цилиндрче кандайдыр бир тамганын үстүнөн өтүп бар
жатканда аны жарык кылат да, кичинекей линза аркылу
анын сүрөттөлүшүн фотоаппараттагы сыяктуу эле ки
чинекей алты фотокаршылыкка проекциялайт. Тамгала
дын түрүнө жараша фотокаршылыктар ар түрдүү
жарык болот, ошондуктан алар аркылуу өтө турга
электр тогу да өзгөрүп турат. Фотокаршылыктард
ар бири менен стерженлердин бирөөнү кыймылга ке
тире турган электромагнит реле аркылуу байланышка
Стержендерге манчаларын тийгизүү менен сокур ад
китепти окуй баштайт. Бул аппарат көзүнөн ажырага
адамдарга түшүнүктүү болгон тилге китептеги жазы
гандарды которуп берген сыяктанат.

Бул прибор менен окууну үйрөнүү үчүн сок
адамга бардыгы болуп бир нече гана саат талап кы
лынат. Көзү көрбөгөн адамдар бул эң сонун „окуй ту
ган машинаны“ канчалык кубангандык менен кабы
алгандыгын көз алдыга келтирүү кыйын эмес.

Мына ушундай эле аппараттын башка бир систем
сы конструкцияланган. Андагы фотокаршылыктар ар тү
дүү бийиктиктеги үндөрдү түзө турган үндүү элект
дик генераторлор менен туташтырылган. Окуй тург
цилиндрче тамгалардын үстүнөн жыла баштайт. Фот
каршылыктар ар түрдүү өлчөмдөрдө караңгы болот д
түрдүү генераторду ишке киргизет. Бул учурда кат
сүйлөгүчтөн өтө жөнөкөй музыкалуу аккорддордун те
алмашылып турганына окшош үн угулат.

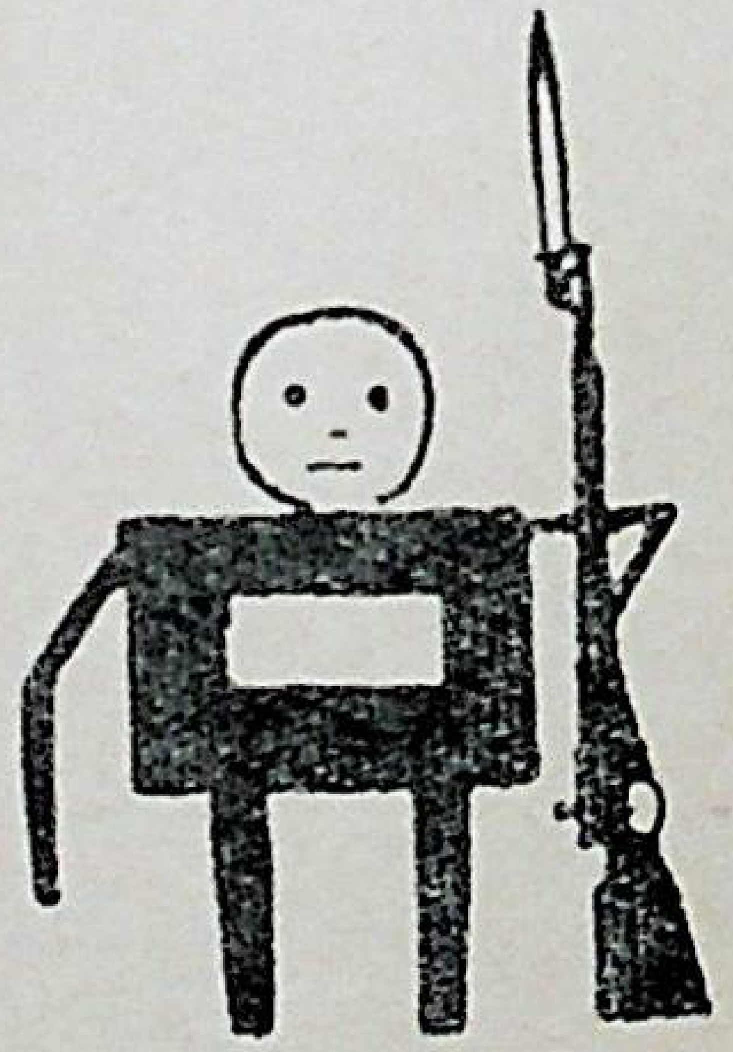
Сокур адам бул үндү тез өздөштүрөт, айрыкча „ыр
доочу тамгаларды“ тез өздөштүрөт. Аппарат жазылга
дарды ага үн чыгарып окуп берген сыяктанат.

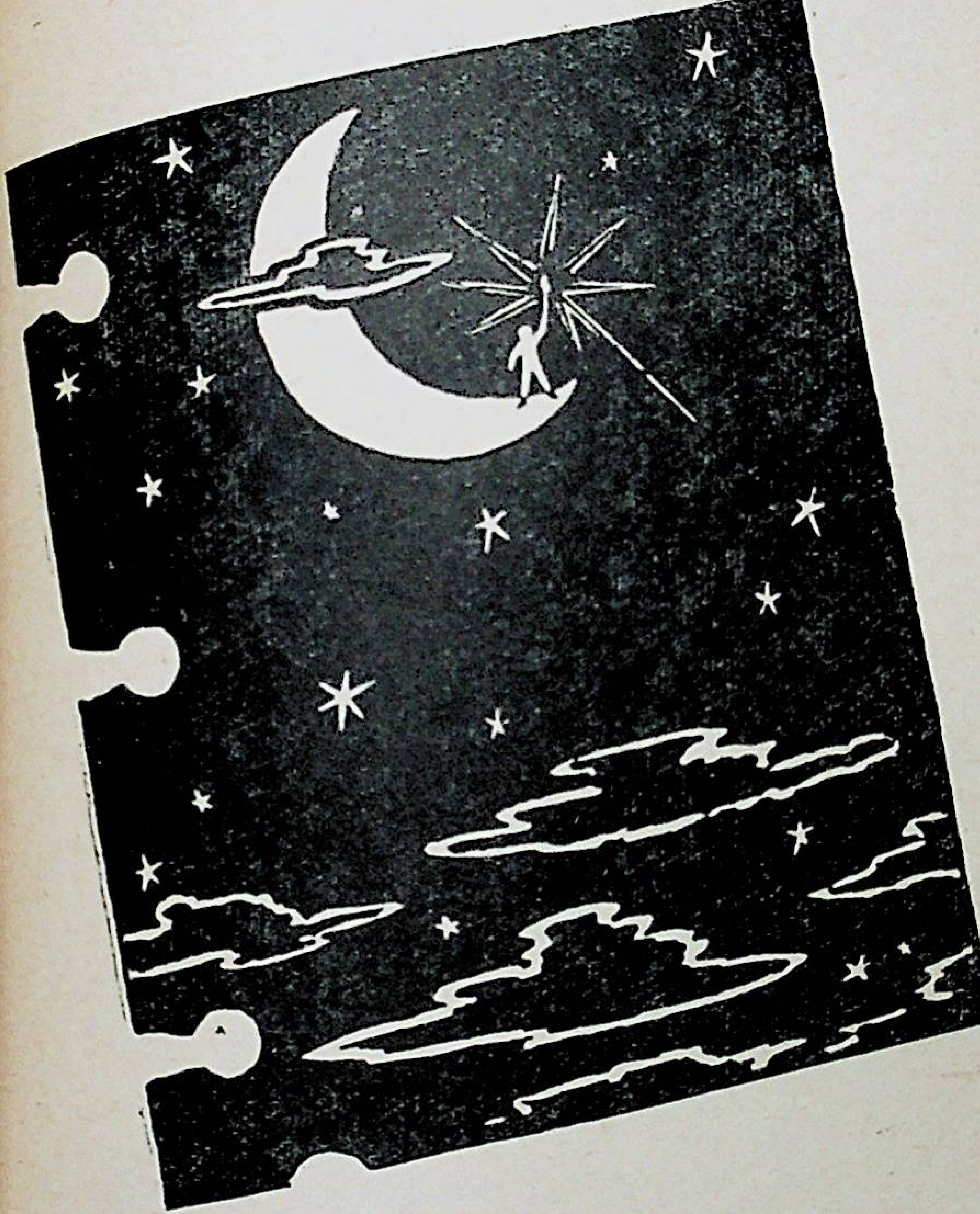
Фотокаршылыктардын мындан башка да көп колдо
нулуштары жөнүндө жаза берүүгө болот. Анын колдо
нулуш тармагы ар ай сайын көбөйүп бара жатат. Фо
токаршылыктар колдонулган мына ушундай жөнөкө
приборлордо жарым өткөргүчтөрдүн жарыкка карат
болгон сезгичтиги—бул материалдардын экинчи би
өзгөчөлүгү пайдаланылат.

Мына ушул касиеттин негизинде жалаң гана фото-каршылыктар жасалууга мүмкүнбү?

Жарым өткөргүчтөрдүн жылуулукка карата болгон сезгичтигин эсиңерге түшүрүп көргүлө. Ал бир кыйла жөнөкөй түрдө техникага термисторлорду берди. Бирок окумуштуулар электрондук жана тешикчелүү жарым өткөргүчтөрдү айкалыштырган кезде ошол эле касиет башка бир өтө баалуу жабдууларды—термоэлементерди түзүүгө алып келди.

Эгерде мына ушундай эле жолду жарым өткөргүчтөрдүн жарыкка карата болгон сезгичтигин практикалык жактан өздөштүрүүдө колдонуп көрсө эмне болмок? Бул кырдаал машиналардын жана приборлордун „көрүшүн“ мындан ары карай өркүндөтүүгө жардам бербес бекен?





КӨРҮҮЧҮ ПРИБОРЛОР

УКМУШТУУ КҮЗГҮ

Болоттон жасалган кичинекей тегерекченин үстүнө селен катмарын жабыштырышты. Бул катмардын калыңдыгы коркунучсуз устаранын мизиндей эле. Селендин үстүн өтө жука, ошондуктан дээрлик көрүнбөй турган алтындын тунук катмары менен капташты. Болоттон жана алтындан сыртка металл зымдарын чыгарышты. Бул приборду үстүнөн тунук лак менен капташып, тегерек терезеси бар пластмассадан жасалган корпуска орнотушту. Мындан кийин кичинекей күзгүгө окшогон, бирок күңүртүрөөк күзгү пайда болду. Бул вентилдик фотоэлемент—жарыкты сезгич жарым өткөргүчтүү жаңы прибор болот. Мунун мүнөздүү өзгөчөлүгү бар. Эгерде фотокаршылык жарыктын таасири алдында токту көбөйтө турган болсо, башкача айтканда, батарейкадан келе турган токту күчөтө турган болсо, ал эми вентилдик фотоэлементке эч кандай түрткүнүн кереги жок. Аны жарык кылсаңар эле, эч кандай батарейкасыз гальванометрдин стрелкасын жылдырууга жөндөмдүү болгон электр энергиясын иштеп чыгарат.

Мунун себеби эмнеде?

Көрсө, мындагы жарым өткөргүчтүн катмары кош катмар кылынып жасалгандай болот. Бул приборду жасоодо башталгыч материал болуп тешикчелүү элек-

тр өткөргүчтүгү болгон селен кызмат кылды. Так ошол селен жарым өткөргүчтүн төмөнкү катмарын түзүп турат. Бирок, жарым өткөргүчтүн үстү жагына алтындын катмарынан атомдор көчүп кириптти. Мына ушул көчүп кирген атомдор тешикчелүү селенди электрондук селенге айландырды. Бул прибордо эки түрдүү жарым өткөргүчтүү катмар бирге бириктирилди. Бул кандай роль ойнойт?

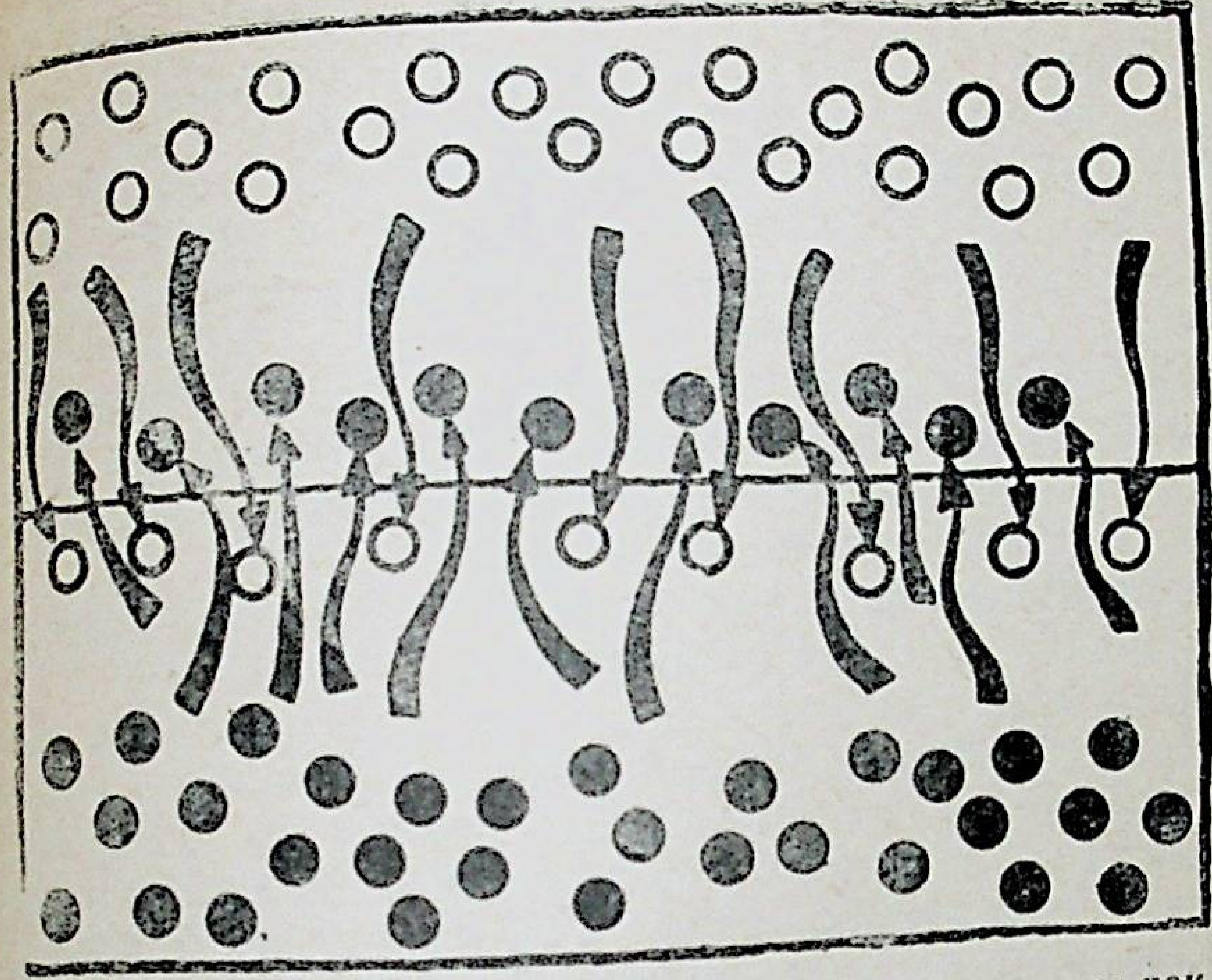
„ЧЕК АРАЧЫ" ЭЛЕКТРОНДОР

Электрондук жана тешикчелүү жарым өткөргүчтөрдүн кошулган жеринде кандай кубулуштар боло тургандыгын түшүнүүгө аракет кылып көрөлү.

Электрондук селендин пластинкасын тешикчелүү селендин пластинкасына жөн гана коюп койдук дейли. Бул пластинкалар биригер замат электрондору көп болгон электрондук селендеги электрондор тешикчелүү селендин пластинкасынын чек арасын көздөй көчө баштайт. Бирок көп сандагы электрондор бул чек арадан өтө алышпайт. Эмне үчүн? Анткени, адегенде келген электрондор тешикчелүү пластинкага чогулуп, ал жерде кайтарып туруп калган сыяктанышат. Алар өздөрүнүн терс заряддары аркылуу тешикчелүү аймакка өтүүгө умтулган башка бардык электрондорду арт жакты көздөй түртүшөт. Ошол эле мезгилде тешикчелүү аймактан „чек арачы" тешикчелер көчүп келе баштайт. Алар да чек араны сактап туруп калышат, бирок алар башка тарабынан сакташат, ошентип, тешикчелүү аймактан келе турган тешикчелерди ал жерден өткөрүшпөйт. Мына ошентип, бул жердеги чек арада *жаап туруучу катмар* пайда болот.

Биз жогоруда айтып өткөн укмуштуу күзгүдө—вентилдик фотоэлементте да мындай катмар электрондук селенди тешикчелүү селенден бөлүп турат.

Мына ушул фотоэлементке жарык шооласын жиберип көрөлү. Бул учурда жарым өткөргүчтүн электрондук аймагында жарык менен атуу жаңы электрондорду бошотот. Алар бири-бири менен түртүшүп, ары-бери учат да, электрондук селендин өтө жука аймагына бата албай, алтындын катмарын көздөй кетип калышат. Аларда мындан башка жол жок эмеспи,—тешикчелүү аймакты



Электрондук жана тешикчелүү жарым өткөргүчтөрдүн чек арасында жабылуучу катмардын пайда болушу.

көздөй бара турган жолду жабылуучу катмар тосуп турат.

Ошонун натыйжасында алтындын жука катмарында ашык электрондор, башкача айтканда, терс электр заряды топтолот.

Жарык менен атуунун мезгилинде жарым өткөргүчтүн электрондук аймагында ошондой эле токтун белгилүү сандагы негизги болбогон алып жүрүүчүлөрү—тешикчелер (жарым өткөргүчтүн өзүнүн атомдорунан электрондору чыгып кеткен орундардын бардыгында) пайда болот. Ал эми тешикчелер үчүн чек арадагы катмар эч кандай тоскоолдук кылбайт. Алар өздөрүн оң заряддалган бөлүкчөлөр катарында алып жүрө тургандыгы белгилүү эмеспи. Оң заряд—чек ара аркылуу өтө турган пропуск сыяктуу болот. „Чек арачы" электрондор тешикчелерди жабылуучу катмар аркылуу селендин тешикчелүү аймагына эркин өткөрүшөт. Ал жерде оң заряддар ашыкча чогулат да, алар болоттон жасалган тегерекчеге топтоло баштайт.

Ошентип, алтын катмарында—терс полюс, болот катмарында оң полюс пайда болот. Ал экөөнү гальвоно-

метр аркылуу зым мененатуташтырабыз. Жарым өткөрүүч жарык болуп турган кезде мындан ток өтөт да, прибордун стрелкасы жылат. Вентилдик фотоэлементтердин иштөө принциби мына ушундай болот.

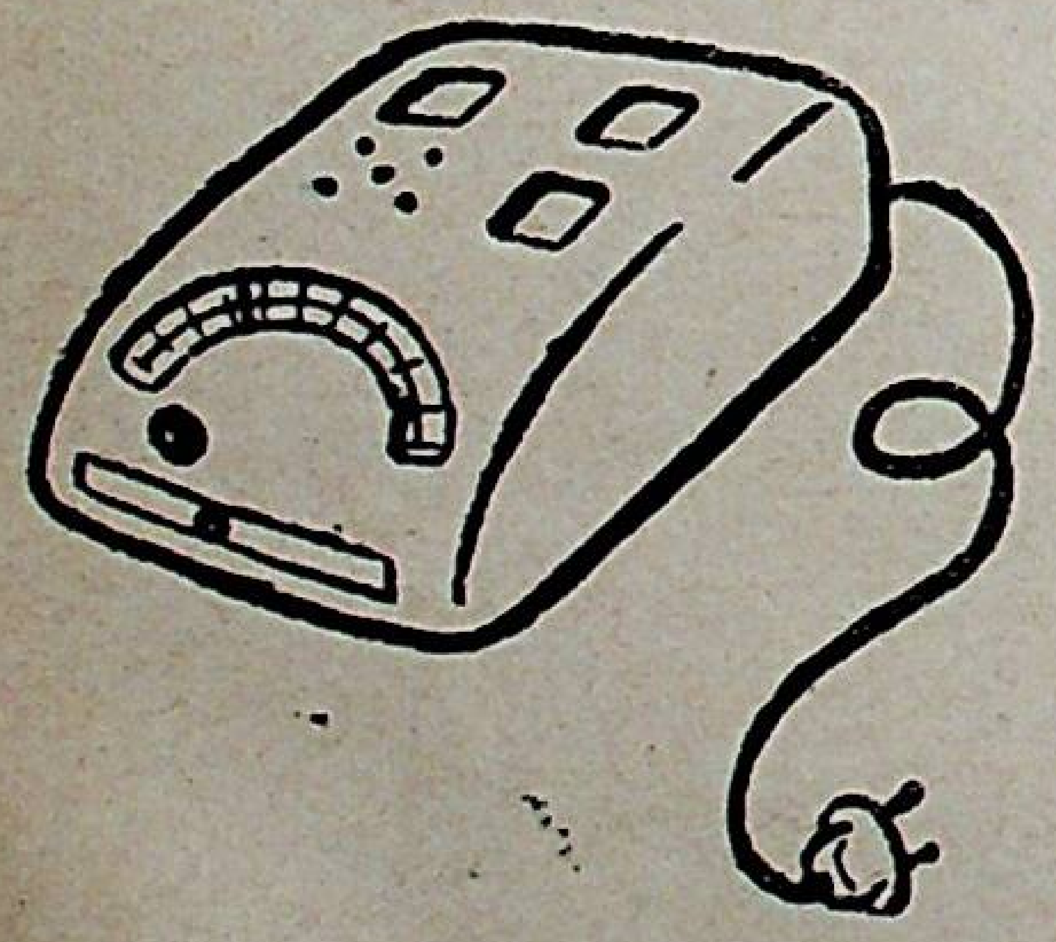
АВТОМАТ-ЛАБОРАНТ

Силердин ар кимиңер медициналык текшерүүгө каныңарды берип көргөн чыгарсыңар. Бирок мына ушундай анализдерге өтө көп лабораториялык эмгек жумшаларын баарыңар билесиңерби?

Эритроциттер деп аталган кан денечелерин лаборант микроскоп аркылуу санап чыгат.

Бир нече квадратчаларда кан денечелеринин санын так аныктап (ар бир квадратчада алардан 60—70 болот), аларды кошуп, андан кийин белгилүү санга көбөйтүү керек. Бул жумушту аткаруу бир кыйла эмгекти талап кылат. Лаборанттын көрүү сезими бат эле чарчап калат. Канчалык аракет кылып тырышса да, көп учурларда чоң ката жиберип коёт: жүз миңдеген кан денечелерине кээ бир учурларда он миңдеген денечелер жетпей калышы мүмкүн!

Азыр мына ушундай анализдер үчүн көрүүчү прибор-автомат—*эритрогемометр* түзүлгөн. Адамдын көздөрүнүн ордунда мындай приборду вентилдүү селен фотоэлементи иштейт.


Эритрогемометр.

Бул аппарат көрүнүшү жана өлчөмү жагынан портативдүү машинканын кутусундай болот. Ичинде—лампочкасы, кан куюла турган айнек кюветтер үчүн кассеталар, жарык фильтрлери жана фотоэлемент бар, ал эми сырт жагында гальванометр болот.

Атайын эритме кошулган канды кюветке куюшат. Андан кийин аны аппаратка коюшат. Лампочканын жарыгы инф-

ракызыл жарык фильтр аркылуу өтүп, кан аркылуу өтөт да, фотоэлементке барат.

Канда кан денечелери канчалык көп болсо, селен катмарына инфракызыл шоолалар ошончолук аз түшөт. Прибордун стрелкасы микроскоптун көрүү аймагындагы эритроциттердин санына таандык болгон цифрага токтолот. Эритрогемометр мындан башка да лабораториялык жумушту—кандагы кызгылт заттардын—гемоглобиндин өлчөмүн аныктоо жумушун аткарат. Бул учурда анализдердин тактыгы бир кыйла жогорулап, аларга сарп кылына турган убакыт бир нече эсе азаят. Мында мурдагыдай адамдын көзүн жадатып жибере турган эмгектин зарылдыгы болбой калат.

ХИРУРГДУН ЖАРДАМЧЫСЫ

Оорукананын жапжарык операциялык залында кадимкидей иш жүрүп жатат дейли. Хирург татаал операция жасап жатат. Анын айланасында ассистенттер, медициналык сестралар турат. Алардын ар бири унчукпай өздөрүнүн жоопту иштерин тыкандык менен аткарып жатат. Мына ушундай жымжырттыкта: „скальпель“, „пинцет“, „кайчы“, „кислородду текшериңиз“ деген жайбаракат гана командалар угулат...

„Кислородду текшериңиз“—бул эмне деген сөз?

Бул ассистентке берилген команда болот: оору адамдын канындагы кислороддун жетиштүүлүгүн билиңиз деген сөз болот. Наркоз берилген оору адам анда-санда дем алып, анын көкүрөгү билинер-билинбес гана көтөрүлүп турат. Кээ бир учурларда оору адамдын өпкөсү канга тиричилик берүүчү абаны толук бере албай турган учурлар болот. Мына ушундай учурларда жасалма жол менен адамга кислород жиберүү керек.

Кандагы кислороддун өлчөмүн кантип аныктоого болот?

Бул үчүн көбүнчө химиялык анализдерди колдонушат. Бирок бул көпкө созула турган жана эмгекти көп талап кыла турган жол болот. Канды ар дайым байкап туруу мүмкүн эмес.

Кандагы кислороддун өлчөмүн тынымсыз түрдө текшерип тура турган прибор жөнүндө хирургдар

алда качантан бери эле эңсеп келишкен. Азыр *оксигемограф* деп аталган мына ушундай аппарат алардын колунда кызмат кылат.

Оору адамдын кулагынын учуна же кулак калканынын жука жерине сөйкөгө окшогон бир нерсени илип коюшат. Бул аппараттын берүүчүсү—анын сезгич элементи болот. „Сөйкөнүн" бир тарабына жарык фильтри бар лампочка, экинчи тарабына селенден жасалган кичинекей вентилдик фотоэлемент туташтырылат. Алардын ортосунда кан тамырларга толтурулган тирүү ткань турат. Фотоэлемент аны көрүп турган сыяктанат. Канда кислород мол болгондо анын түсү ачык болуп, лампочкадан селенди көздөй көп жарык шоолалары өтөт. Ошондуктан анда электр тогу бир кыйла көп пайда болот. Бирок кандагы кислород азая баштаса, кандын түсү күңүрт боло баштап, фотоэлемент тарабынан пайда болгон ток начарлайт. Мына ушул электр термелүүлөрү күчөй баштайт да, сызылган кагаздын үстү менен ары-бери жүрүп турган өзү жаза турган перону аракетке келтирет. Зарыл болгон учурларда кислороддун берилиши автоматтык жол менен көбөйтүлөт. Хирург операцияны шашпай гана жүргүзө берет.

Вентилдик фотоэлементтерди жалаң гана селенден жасашпайт. Эгерде жез зымын печтин ичине сала турган болсок, анда жездин закисинин катмары пайда боло тургандыгын биз билебиз. Мына ошол жездин закиси техниканын тарыхындагы биринчи вентилдик фотоэлемент үчүн материал болуп кызмат кылды. Мындай приборлорду күкүрттүү күмүштөн да жасашат. Мындай прибор көзгө көрүнбөгөн инфракызыл нурларды айрыкча жакшы сезет. Күкүрттүү таллийден жасалган вентилдик фотоэлементтер да бар. Бул фотоэлементтер өздөрүнүн тез аракет кылгандыгы менен даңкы чыккан. Кинопроекторлордогу вакуумдук морт фотоэлементтерди (үндү кайра угузуу үчүн) ушундай фотоэлементтер менен алмаштырууга мүмкүндүк туулду.

АЙДА ЖАНДЫРЫЛГАН ШИРЕНКЕ

„Термометрдин ордуна" деген главада жарым өткөргүчтүү болометрлер—шоолалуу энергияны сезгич кабыл алуучулар жөнүндө сүйлөп өткөнбүз. Эгерде термистор-

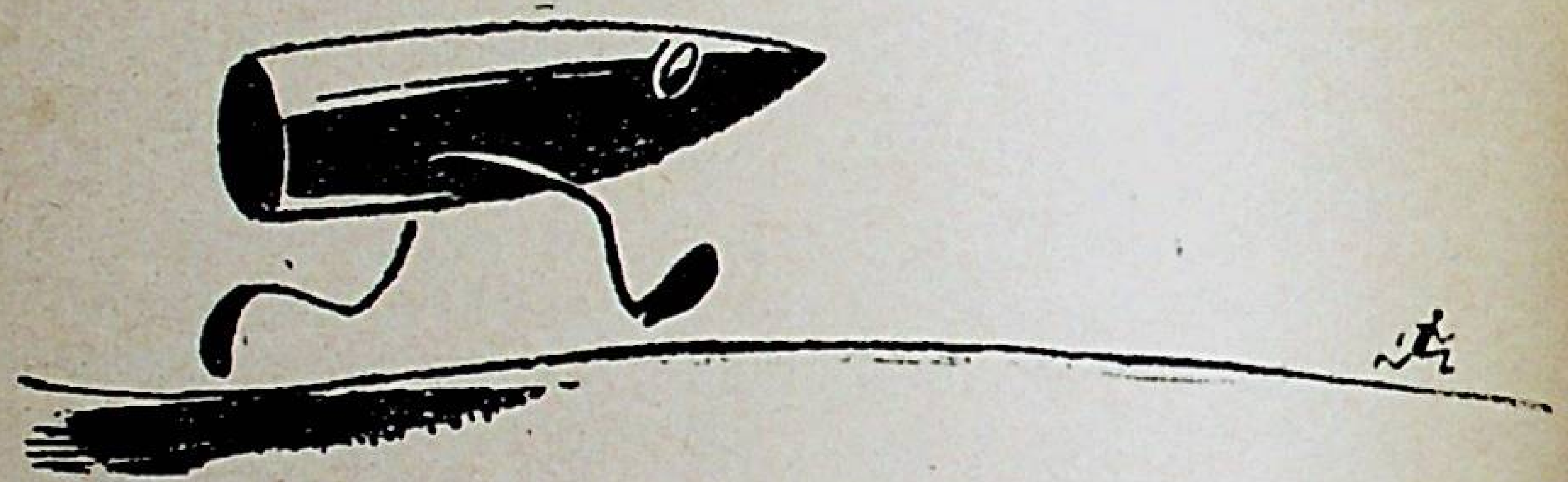
дун ордуна анда айрыкча вентилдик фотоэлементти—*фотодиодду* пайдалана турган болсо, мындай прибор-лор укмуштуудай сезгичтикке ээ болот.

Прибордун ойлоп табуучусу—америкалык Дж. Сайв бул прибордун материалы катарында германий деп аталган кристаллдык жарым өткөргүчтүү элементти колдонгон. Атайын иштетүү менен анда электрондук жана тешикчелүү аймактар түзүлүп, алардын ортосунда жабылуучу катмар пайда болот. Фотодиодду фотокаршылык катарында бириктиришет: чыңалуусу анчалык чоң болбогон электр батарейкасына удаалаш бириктиришет. Батарейка тарабынан түзүлгөн электр талаасы жабылуучу катмардын электр талаасын көздөй багытталгандай кылып (талаанын багыты оң полюстан терс полюсту көздөй деп кабыл алынган) батарейканы бириктиришет. Электрондордун чек арада тургандары ушул талаа аркылуу күчөтүлгөндөй болот. Ошондуктан караңгыда прибор аркылуу ток таптакыр дээрлик өтпөй калат. Бир маалда жарым өткөргүчкө жарыктын шооласы түштү дейлик. Фотондор электрондук германийдин аймагына түшкөндө электрондорду жана тешикчелерди бошото баштайт. Кадимки вентилдик фотоэлементте тешикчелер шашпастан гана жабылуучу катмардан өтө берет. Ал эми мында алар батарейканын электр талаасына дуушар болот да, чек ара аркылуу бардыгы чогуу өтүшөт, ошондуктан прибордун чынжырында токтун бир кыйла көбөйгөндүгү байкалат. Прибор айрыкча инфракызыл шоолаларга чукулунан таасир көрсөтөт.

Фототриод же *фототранзистор* деп аталган жарыкты сезгич жарым өткөргүчтүү прибор бир кыйла өркүндөтүлгөн. Жарыкка карата токту күчөтүү менен жооп берип, мындай прибор жарык энергиясын гана кармап тим болбостон, ошону менен бирге ошол эле жерде электр сигналын күчөтүп жиберет. Фототриод—электрондорду көбөйтүүчү өзүнчө бир кристаллдык көбөйткүч болот. Ал өзүндө фотодиод менен жарым өткөргүчтүү күчөткүчтү бирге кошуп турган сыяктанат (мындай күчөткүчтөр жөнүндө силер мындан ары кагай, башкача айтканда, китептин акыркы главасынан окуйсуңар).

Фотодиоддордун жана фототриоддордун сезгичтигин

мүнөздөй турган мисалдарды келтиребиз. Түн ичинде учуп бара жаткан самолёт радиолокаторго караганда алар тарабынан жакшыраак аныкталат. Фотодиоддор менен фототриоддордун жардамы аркылуу табып мактуу Марстын жылуулук шоолалануусунун картасын түзүүгө болот. Качандыр бир кезде каармандардын бирөө Айга барып калса, ал бир тал ширеңкени күйгүзүү менен, Жерге сигнал бере алат. Прибор 380 миң километр алыстыктагы сигналдын энергиясын кармай алат.



„В защиту мира" журналы фототранзисторлор жөнүндө мындай деп жазган: „Ар дайым боло турган сыяктуу эле бул эң сонун ачылышты түзүүчүлүк максаттарында, ошондой эле кыйраткыч максаттарда пайдаланууга болот. Фототранзисторлор менен жабдылган ракета жылуулукту шоолаландырып турган жана аны жаап-жашырууга мүмкүн болбогон шаарды көздөй тартылып учуп жөнөйт.

Мындай ракета корабльдин, самолёттун, бардык ысык нерселердин аркасынан кууп уча алат".

Америкалык генерал Арнольд өзүн мына ушундай ракеталардын бирөө—„издөөчү башы бар" ракета деп аталган ракета менен бир бөлмөдө болгондо эмнени сезгендигин айтып берген. Бул учурда ракета аны көздөй бурулган: анын денесинен чыккан жылуулук тарабынан түзүлгөн инфракызыл шоолалар ракетаны өзүнө тарткан. „Бул укмуш,—деп жазган генерал Арнольд, —өзүнүн клеткасынан эч качан чыкпай тургандыгына үмүттөнө алабыз".

Бул сөздөр менен макул болбой коюуга мүмкүн эмес. Бирок, мындай деп кошумчалоо керек: адамзаттын билиминин улуу жеңиштеринен пайдаланып, адамдарды кырып жок кылуучу укмуштарды жасабай койсо, андан бетер дурус болор эле.

фотодиоддун жана фототранзистордун аракет кылуу принциптеринен, буга окшогон приборлор өтө тез иштеп, жарыктын өзгөрүшүн көз ирмегенчелик убакытта сезе тургандыгын түшүнүү анчалык кыйын эмес. Кинонун үндү кайра уктурууну айтпаганда да, бул приборлорду колдонуунун көп сандаган башка кызык мүмкүнчүлүктөрү ачылып олтурат.

Талаа шарттарында алыс аралыктар менен байланыштуунун жөнөкөй жана ыңгайлуу каражаты болуп, жарык телеграфы эсептелип келген. Абоненттер бири-бирине жарык сигналдарын жиберип сүйлөшкөн. Узун сигнал—тире, кыска сигнал—точка болгон. Байланышты Морзенин азбукасы боюнча жүргүзүшкөн.

Бирок, жарыктын шооласы аркылуу шарттуу сигналдар менен эмес, түздөн-түз эле үн менен да сүйлөшүүгө болот турбайбы; эгерде керек болсо, музыканы да берүүгө болот экен.

Жарык телефону татаал эмес. Силер микрофонго сүйлөйсүнөр, анда силердин үнүнөр электр тогунун пульсациясына айланат. Пульсациялоочу ток электромагнитке барып, ичке жарык шооласынын жолуна тууралап коюлган кичинекей болот пластинканы тез кыймылдоого мажбур кылат. Пластинка микрофондон келүүчү импульстарга жараша шооланы ары-бери кесип туруп турат. Мына ошол шоола аркылуу сүйлөп жаткан адамдын сөзү берилет. Приёмниктин фотоэлементи (биринчи тажрыйбаларда кадимки эле селенден жасалган фотокаршылык) жарык сигналын кармап алып, аны электр термелүүсүнө айландырат да, телефондун кулакка такап уга турган жабдуусуна берет. Көзгө көрүнбөгөн инфракызыл шоола аркылуу байланышты жүргүзүү мындан да ыңгайлуураак. Ал түтүн, туман аркылуу да өтүп кетет.

„Шоолалуу", зымсыз телефон радиобайланыш келип чыкканга чейин эле ойлонуп табылган. Ал эми азыр ал өркүндөтүлүп жарым өткөргүчтүү приборлор менен жабдылган.

Германийдин кристаллдары тан каларлык бир өзгөчөлүк менен айырмаланат: алар инфракызыл шоолалар үчүн тунук болуп эсептелет. Германий пластинкасы

аркылуу көзгө көрүнбөгөн шоола айнек аркылуу кадимки жарык өткөн сыяктуу эле таптакыр дээрлик токтоосуз өтүп кетет.

Азыр төмөнкүдөй бир тажрыйбаны көз алдыңарга келтирип көргүлө.

Германийден жасалган фотодиодду электр генераторуна бириктирип, ошол эле маалда инфракызыл шоолалар үчүн анын тунуктугун текшере башташты. Мына ушул учурда кызык кубулуш ачылды: электр чыңалуусу өзгөргөн кезде кристаллдын жабылуучу катмар өткөн жериндеги инфракызыл шоолалар үчүн тунуктугу өзгөрүп турган. Электр импульстарына жараша диод көзгө көрүнбөгөн шоолаларды бирде токтотуп, бирде аны начарлатып, бирде эркин өткөрүп турган. Бул кубулуш мындан мурда бизге тааныш болгон жабылуучу катмардын пульсациялары менен түшүндүрүлөт. Мына ушул кубулуш „жаңы" телефондун негизине коюлган.

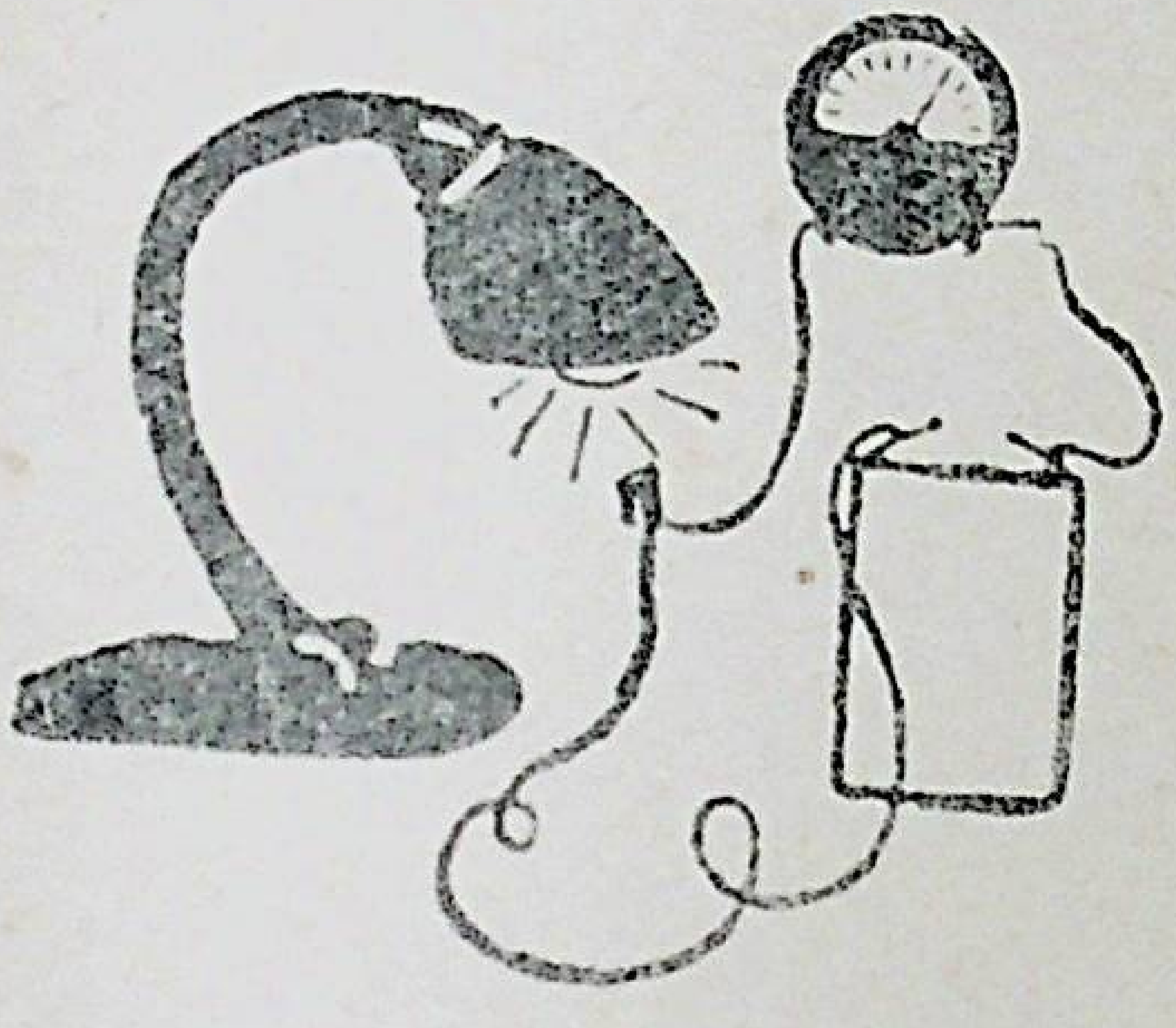
Лампочканын туруктуу инфракызыл шооласынын жолуна диод коюлат дейли. Ага күчөтүлгөн микрофондук токту берип турушат. Абонент микрофонго сүйлөй баштаганда анын үнү кристаллдын инфракызыл тунуктугунун термелүүсүнө айланат. Ошонун натыйжасында диод аркылуу алыска, абонентке өтө турган көзгө көрүнбөгөн шоола микрофондук токтун термелүүсүнө жараша өзүнүн күчүн өзгөртүп турат.

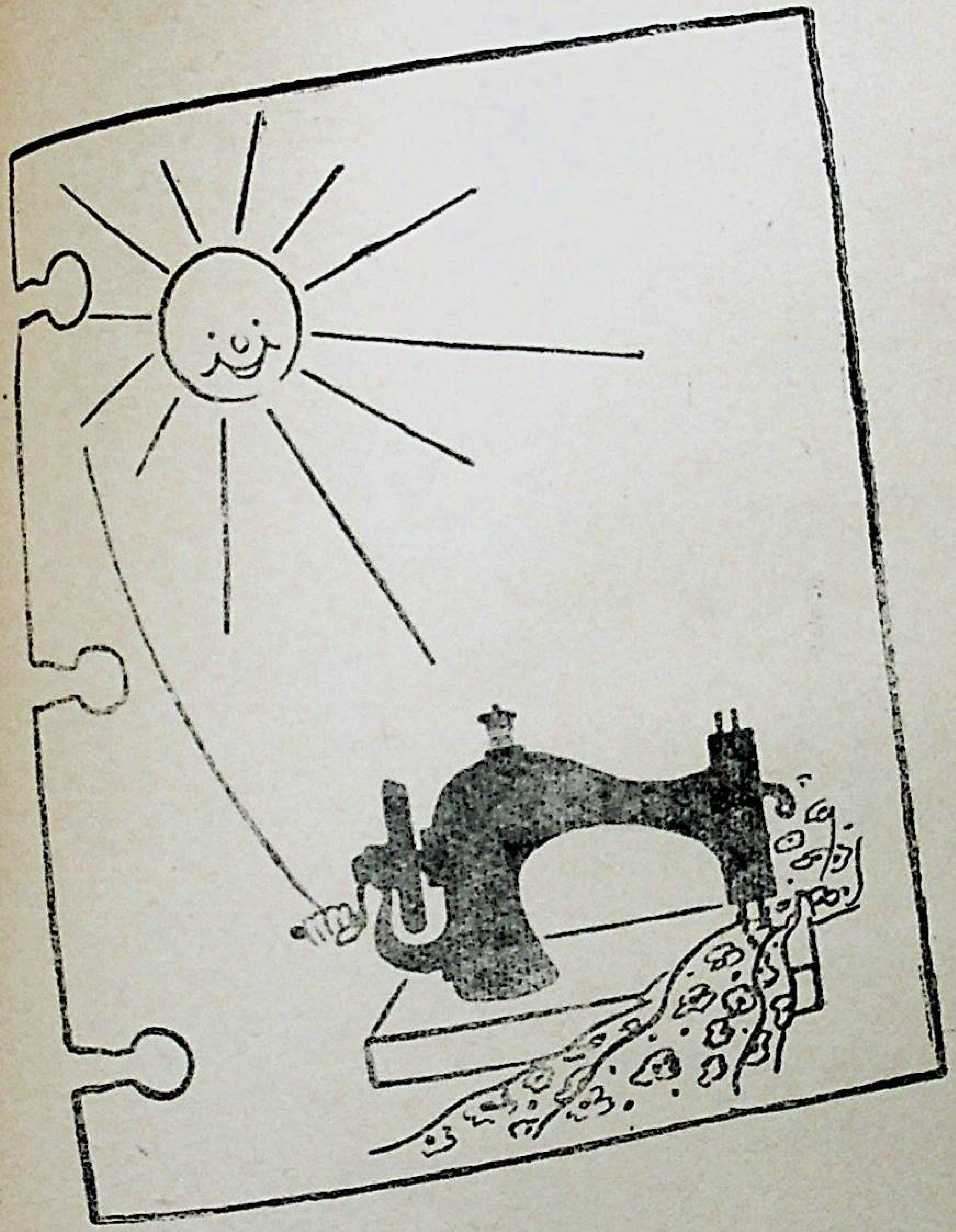
Приёмниктин фототриоду берүүчү диоддун „жымылдоосун" алыстан көрөт да, аны электр сигналына айландырып жиберет, бул электр сигналдары күчөтүлгөндөн кийин кайрадан үнгө айланат.

Мындай берүүнүн айырмалуу белгиси — анын так багытталышы болуп эсептелет. Мындай берүүнү башка тараптан туруп угууга болбойт. Анткени — сүйлөшүүнү угуу үчүн жарык шооласын үзүү керек, анда абоненттер бири-биринин сөзүн укпай калат.

Мына ошентип, адам приборлорду „көрө турган" кылып жасап, аларды өзүнүн саламаттыгын, эмгегин сактоого кызмат кылдырып, мурда көрүү сезими бузулуп келген иштерди ага тапшырып жатат, ал тур

алар менен өзүнүн көзүн жана кулагын да алмаштырып отурат. Ал эми кээ бир фотоэлементтер биздин көзүбүздө да болбогон эң сонун касиеттерге ээ болот.





КАРМАЛГАН ШООЛАЛАР

ТАҢ ЭРТЕҢ МЕНЕН

Силер жаздын күнү эртең менен ойгоносуңар. Бирок силерди чымчыктардын сайраганы ойготкон жок. Мындагы күнөкөр—өзүңөрдүн кичинекей иниңер. Ал өрүнүн төшөгүндө отуруп алып, колдорун булгалап, эмнегедир бир нерсеге нааразы болгонсуп чулдурап жатат. Муну көрүп, силер эми ыйлап жиберет го деп ойлойсуңар. Мунун себеби эмнеде? Кичинекей баланы ким ыза кылды?

Күндүн ойноктогон шооласы турбайбы!

Кичинекей бала күндүн шооласын кармап алууга аракет кылат. Бирок, жаркыраган шоола ар качан анын манчаларынан чыгып кетет. Буга кантип ыза болбосун?!

Кичинекей иниңерди сооротуп жатып, силер өзүңөр да анын курагындагы кезиңерде ушундай иш менен эч натыйжасыз убара болгонуңарды айта алат элеңер. Биздин китепти окугандардын бардыгы тең эле өздөрүнүн кичинекей кездеринде ушундай ишке аракет кылып көрүшкөндүр. Бирок, ар дайым күндүн шооласы колдон чыгып кете турган, канчалык аракет кылсаң да, баары бир аны кармай албайсың!

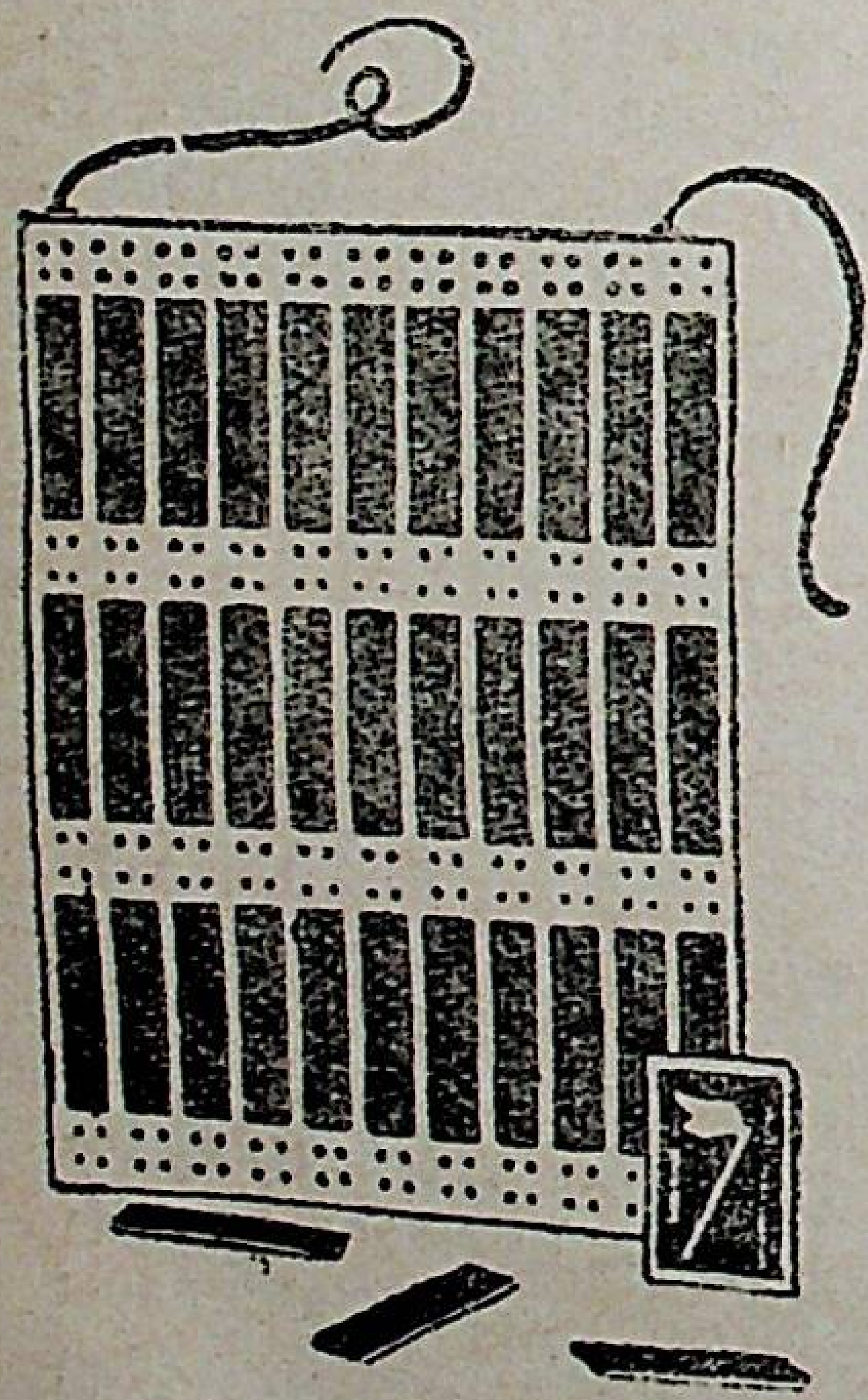
Бирок, жанагы кичинекей баланын аракети курулай ой эмес.

Шоола энергиясы өтө зор өлчөмдөрдө жерге түшүп турат. Эки сутканын ичинде күндүн бизге жиберген жылуулугу менен жарыгы жердеги болгон көмүрдүн, нефтинин, газдын, сланецтердин, чым көңдүн бардык запасын жаккан кезде алына турган жарык менен жылуулукка барабар болор эле. Бирок биз азырынча күндүн энергиясын пайдаланууну дээрлик үйрөнө албай жатабыз. Анын энергиясынын басымдуу көпчүлүгү бизден кетип калып жатат: жердин бетинен чагылып, бизден алыстап кетет да, дүйнөлүк мейкиндиктердин боштугуна барып жоголот.

Жанагы кичинекей баланын тилеги ушинтип эле орундалбай калабы? Кантип эле адам күндүн жарыгын эч качан кармай албасын, кантип эле аны кармап иштетүүгө мүмкүндүк алалбасын?

Бул тилек азыр ишке ашты! Мында да жарым өткөргүчтөр жардам берди.

КҮН БАТАРЕЯСЫ



Күн батареясы.

Анчалык чоң болбогон столдун капкагынын чоңдугундай болгон кандайдыр бир калканчты көз алдыңарга келтиргиле. Бул калканчта кичинекей кара пластинкалар катар-катар кылып орнотулган. Бул пластинкалар өздөрүнүн өлчөмү жана формасы жагынан темир жол билеттерине окшоп кетет. Пластинкалар кеңири таралган жарым өткөргүчтөн — кремнийден жасалган.

Аны мындайча жасашкан. Адегенде кремнийди анын кошулмаларынан кылдаттык менен тазалашкан, андан кийин ири кристаллдарды алышып, аны жука тик бурчтуу пластинкаларга бөлүшкөн. Ар бир пластинканын

бир жак беттерине атайын иштетүү аркылуу бордун өтө жука катмарын (адамдын чачынан жүз эсе жука) түзүшкөн. Мындай иштетүүнү, бордун атомдору жарым өткөргүчтүн катмарына анчалык терең кирбегендей кылып жүргүзүшкөн. Пластинкалардын үстү жагынан жана алды жагынан металл плёнкалар менен каптап, алардан сырт жакка зым чыгарып, пластинкаларды пластмассадан жасалган калыпка салгандан кийин, калканчтын бетине орнотуп, зымдар менен бириктиришкен. Эмне болуп чыкты? Вентилдик фотоэлементтердин батареясы пайда болду.

Үстүндө (бордун аралашмасы бар жеринде) кремнийде тешикчелүү өткөрүүчүлүк, төмөн жагында—электрондук өткөрүүчүлүк болот. Тешикчелүү жана электрондук аймактардын ортосунда сөзсүз жабылуучу катмар пайда болот.

Биз батареяны ачык тийип турган күндүн нуруна чыгарып, күндүн шооласы тике түшкөндөй кылып орнотобуз. Мурда күтүлгөн сыяктуу, батарея ошол замат электр тогун бере баштайт. Бирок кандай дейсиң! Күндүн нуру менен жарык кылынган беттин ар бир квадраттык метринен 120 ватт электр энергиясын берет. Бул кубаттуулук анчалык аз эмес. Тигүүчү машинанын үч электр кыймылдаткычын иштетүү үчүн ушул энергия жетиштүү болот.

Ушундай эле кубаттуулукту, айталык, бензин менен иштей турган мотордон алуу үчүн, ар бир үч саат сайын бир стакан күйүүчү майды сарп кылууга туура келер эле. Ал эми күч берүүчү буу установкасында ушул эле убакыттын ичинде жарым килограмм таш көмүр күйүп жок болмок. Ал эми мында электр энергиясы колго кармалбаган жана салмагын өлчөөгө болбогон күндүн жарыгынан алынып олтурат.

КҮН ЭНЕРГЕТИКАСЫНА КАРАЙ

Силер азыр эле окуп өткөн күн батареясы өзүнө түшкөн жарык шооласынын энергиясынын 11 процентин электр энергиясына айландырат. Бирок бул чек эмес. Ошол эле кремний фотоэлементтери жарык энергиясынын 22 процентин электр энергиясына айландырууга жөндөмдүү деп болжолдоого толук негиз бар!

Башка бир жарым өткөргүчтөн—кадмийдин сульфидинен жасала турган вентилдик фотоэлементтер жөнүндө да кабарлар бар. Анын пайдалуу аракет коэффициенти 18 процент болот. Ойлоп чыгаруучулардын эсептөөлөрү боюнча туурасы 1,2 метр, узундугу 4,5 метр жана калыңдыгы вафлинин калыңдыгындай болгон мындай фотоэлементтин пластинасы анчалык чоң болбогон үйдүн чатырынын алдына орнотулуп, ошол үйдө тургандардын бардык турмуштук керектөөлөрүнө: жарык кылууга, жылытууга, электр плитасына, чаң соргучка, муздаткычка, радиого, телевидениеге жумшала турган энергия менен камсыз кыла алат. Күндүз бул жарым өткөргүчтүү эң сонун чатыр-электростанция энергияны жыйнап, имараттын электр тармагына жана электр жыйнагычтар болуп эсептелген аккумуляторлорго ток жиберип турат. Бул аккумуляторлор караңгы түшкөндө керек кылына турган электр энергиясынын булагы болуп кызмат кылат.

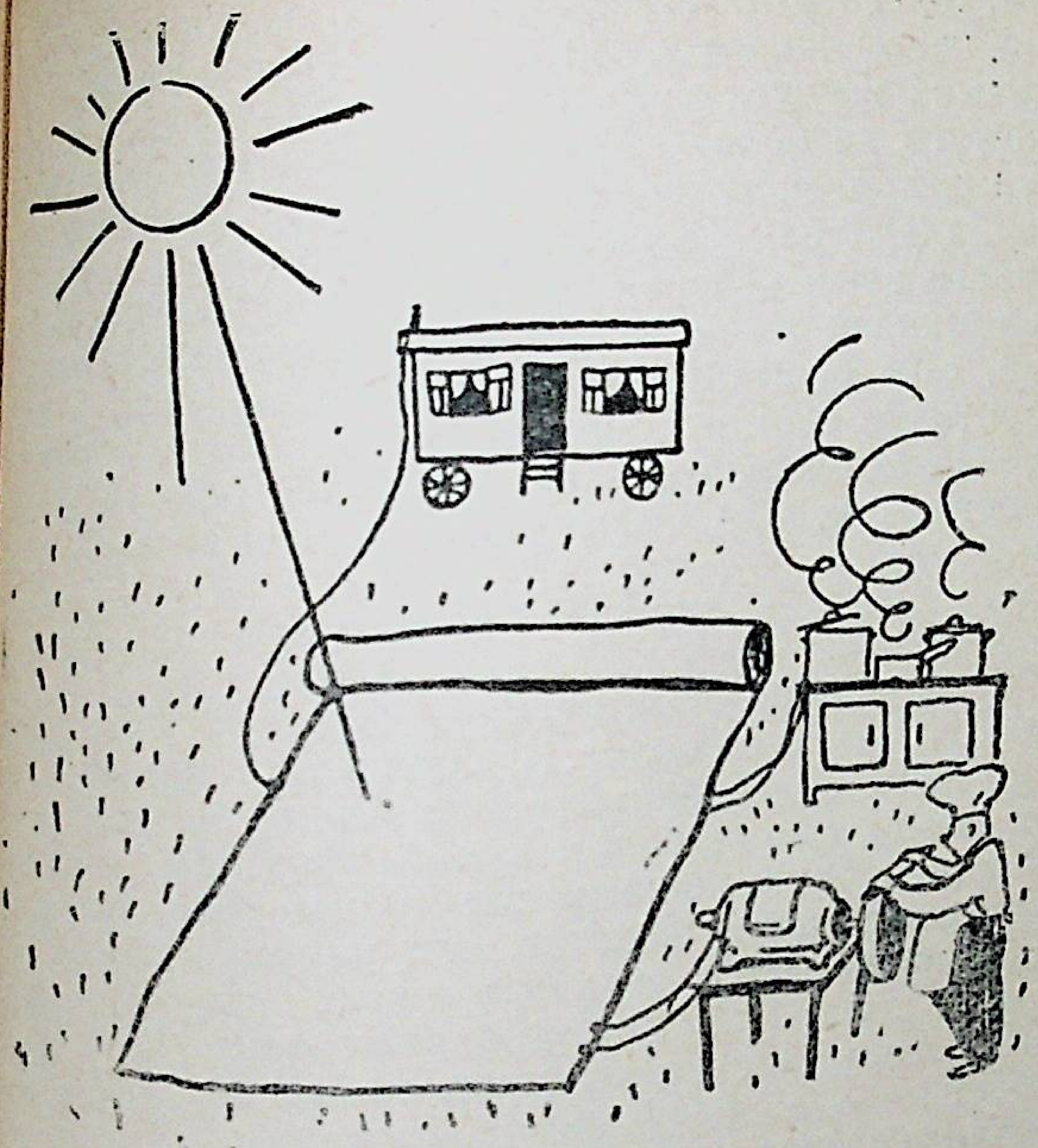
Азыр жарык энергиясын кремнийге караганда электр энергиясына бир кыйла көп өлчөмдө айландырууга жөндөмдүү болгон бир катар жарым өткөргүчтөрдү изилдөө жүргүзүлүп жатат. Мисалы, сурьма менен алюминийдин бириктирилиши ушундай жарым өткөргүч болот. Сурьма менен индийди бириктирүүнүн негизинде түзүлгөн күн батареяларынан окумуштуулар чоң пайдалуу аракет коэффициентин күтүп жатышат. Мындай батареялар күндүн бардык шоола энергиясынын болжол менен жарымына барабар болгон инфракызыл шоолаларын өздөштүрүүдө айрыкча ыңгайлуу болот.

Теориялык жактан эсептегенде пайдалуу аракет коэффициенти 40—50 процент болгон вентилдик фотоэлементтерди түзүүгө болот.

Келечектеги жарык энергетикасы кандай максаттар үчүн кызмат кылат?

Адегенде жарык энергетикасы кичине формадагы энергетика болот. Күн батареялары колхоздордо жана МТСтерде пайда болот, гиологдор жана туристтер алардын өздөрүнүн экспедицияларында колдонушат, суучулдар алар менен өздөрүнүн кемелерин жабдышат.

В. Немцовдун „Күндүн сыныгы“ деген илимий-фантастикалык повестиндеги каармандардын бирөөнүн тилеги мындай болгон:



„Көз алдыга элестетип көрүңүз, Лидия Николаевна,—деп ал бир барак кагазды чийме тактасына бекитип, анын бетине жоон көк карандаш менен сүрөт тартып жатып сүйлөдү.—Мына бу трактористтердин вагончосу болот. Көрдүңүзбү, балким ушундайдыр? Трактористтер атайын иштетүүдөн өткөрүлгөн ткандардын же плёнкалардын чоң түрмөгүн өздөрү менен бирге алып келишет, ошол ткандардын же плёнкалардын бетине барлык зарыл бириктирүүлөрү менен бирге фотоэнергетикалык ячейкалар басылган,—ооба, басылган! Бул түрмөк түздөн-түз эле жерге жайылат, мына ошондо талаада көчүп жүрө турган электростанция иштөөгө даяр болот. Ал аккумуляторлорду заряддайт, радиостанцияга, электр приборлоруна, каалаган приборлордун бардыгына ток бере алат. Мындай плёнканы токойчунун үйүнүн жанына, бийик тоодогу обсерваториянын,

Арктикада кыштагандардын жанына, кыскасын айтканда, кайсы жерге талап кылынса, ошол жерлердин бардыгына жаюуга мүмкүн. Ушундай ткандардан чатыр тигүүгө да болот. Мына, альпинисттин далысындагы түрмөктөлгөн нерсени көрдүңүзбү... Фотоэнергетикалык ткандардын миллиондогон метрлерин алганда бул эмнеге алып келерин түшүнүңүз! Магазиндерде аны кадимкидей жөнөкөй клеёнка сыяктуу кайчы менен кесип, сата баштайт. Андан 10 метр алсаңыз, — сиздин өзүңүздүн электр станцияңыз болот, ал үчүн эч кандай бензин кыймылдаткычтарынын жана генераторлорунун кереги жок. Бул чынында эле укмуш эмеспи?

ШООЛА ИШ ҮСТҮНДӨ

Күндүн шооласын сугаруу үчүн суу берип турууга мажбур кылууга болот. Күндүн ысыгы жердин кыртышын жана айдоо аянттарын канчалык ырайымсыз кактап ысыта турган болсо, күн батареясынын калканчалары менен бириктирилген электр насостору ошончолук күчтүрөөк иштей баштайт. Бул учурда күн бир жагынан жерди ысытса, экинчи жагынан аны ным менен камсыз кылат. Ал эми суу бардык жерде бар эмеспи, аны жогору көтөрүп чыгарып, талааларга гана жаюу керек.

Күн батареяларынан крандардын, лебёдкалардын, көтөргүч жабдуулардын электр кыймылдаткычтары аракетке келет. Курулуш аянтчаларына электр энергиясын берүүнүн линияларын алып баруунун зарылдыгы болбой калат.

Жакында Швейцарияда жана башка өлкөлөрдө жарык менен бурала турган стол үстүнө коюлуучу сааттар жасала баштады. Бир нече саат гана жарыкта болуу менен (ал тургай бөлмөнүн ичиндеги күңүрт жарыкта) мындай саттар буроону талап кылбай эле көп суткаларга чейин жүрө берет. Сааттын буралуучу механизми атайын электр кыймылдаткыч менен кыймылга келип турат. Ал эми ал электр кыймылдаткычы сезгич вентилдик фотоэлемент менен байланышкан аккумулятордон энергия алып турат.

1955-жылы америкалык инженерлер өзүнчө бир электрдик автомобилдин моделин кыймылга келтирүү

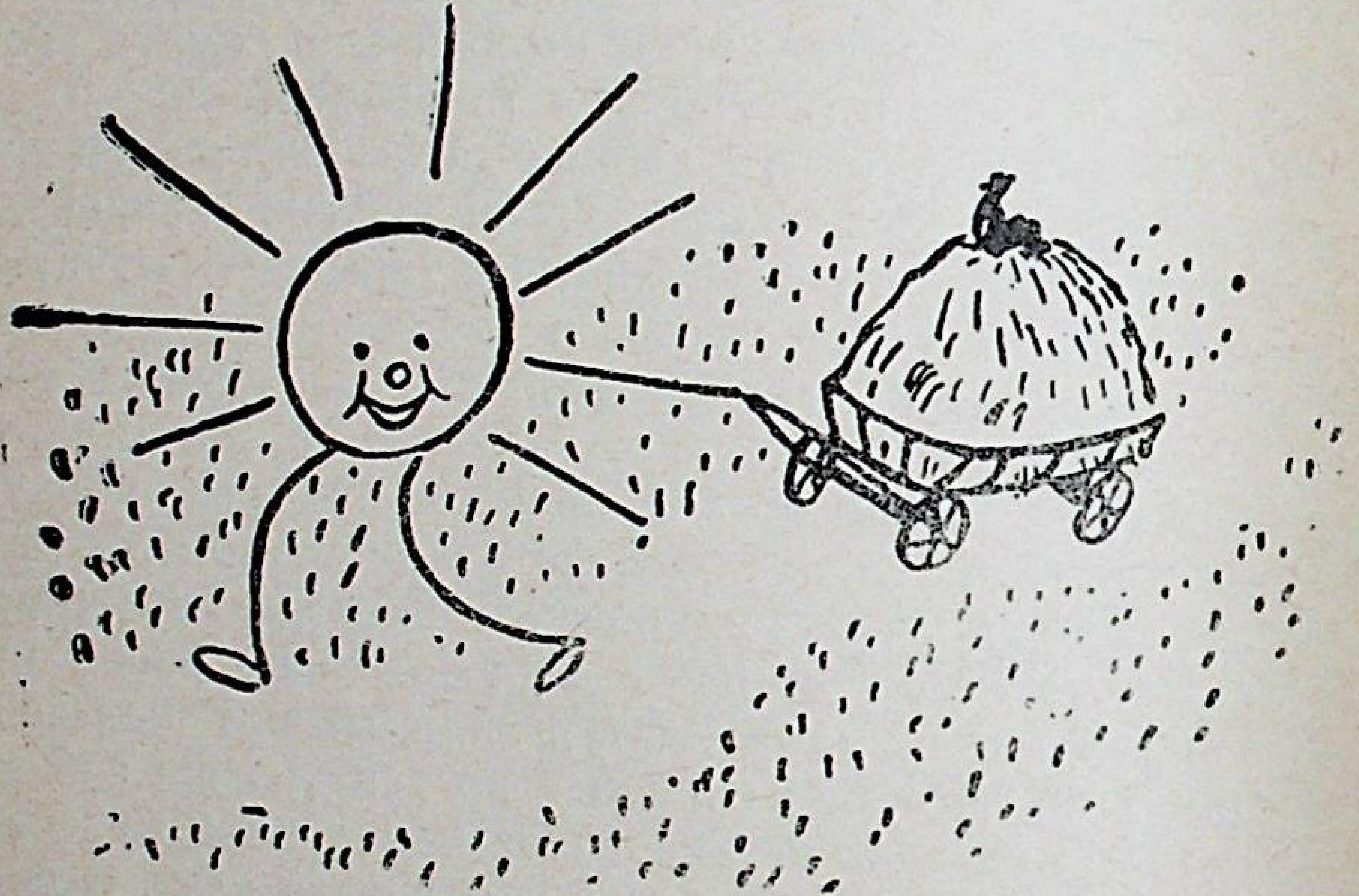
үчүн күндүн энергиясын пайдаланууга аракет кылып көрүшкөн. Конструкторлор „солнцемобиль“ деп атап койгон экипаждын үстүнө 12 вентилдик фотоэлементти орнотушкан. Алар аккумуляторлорду энергия менен заряддап турган. Ал эми аккумуляторлордогу электр тогу электр кыймылдаткычтарын камсыз кылууга жумшалган. Бул тажрыйба ордунан чыккан. Модель эч кандай күйүүчү майды керек кылбай эле жүрүп кеткен, анткени — анын үстүнө күн тийип турган!

Чуулгандуу „түбөлүк кыймылдаткычка“ окшоп кеткен бул адамды кызыктыра турган экипаж кандайдыр бир техникалык амал, оюнчук катарында көрүнүшү мүмкүн. Бул да туура, ал азыр өтө эле начар, — ал тургай күн ачык тийип турган мезгилде да анын „асмандан“ чогулткан кубаттуулугу „Москвич“ автомобилинин кубаттуулугунан 30 эсе аз болот. Мына ошондуктан келечекте да, вентилдик фотоэлементтер жогорку деңгелге жеткирилип өркүндөтүлгөндө да, солнцемобилдер толук транспорттук каражат катарында бир кыйла даражада колдонула тургандыгы али белгисиз. Кадимки автомобилдер менен алар теңтайлаша албайт. Ошондой болсо да, күн батареясы энергиянын авариялык булагы болуп эң сонун кызмат кыла алат. Эгерде автомашинада бензин сарп кылынып бүтүп, бензин куюла турган орун бир кыйла алыстыкта болсо, анда автомобилдин үстүнө орнотулган вентилдик фотоэлементтердин калканчы тарабынан кармалып алына турган „күндүн энергиясы“ ошол жерге чейин жеткире алат.

Колхоздордо, заводдордо, вокзалдарда анчалык чоң болбогон жүктөрдү ташууда күндүн энергиясы менен иштей турган арабаларды колдонуу ыңгайлуу болот. Эки-үч ат күчү — бул анчалык аз күч эмес го. Анын үстүнө иштебей жөн турган кезде энергия аккумуляторлорго чогулуп турат. Солнцемобиль токтоп турган учурларда да кубаттуулуктун запасын чогулта берет. Келечектин бул эң сонун „электрдик аты“ күнү бою „жарык менен тамактанат!“

Күн батареясы тарабынан түзүлгөн энергия дарыялардагы өзү жүрө турган баржаны кыймылга келтирүүгө жетиштүү боло тургандыгын эсептөөлөр көрсөттү. Баржанын күндүн нуру менен жарык кылына турган үстүнүн аянты бул үчүн толук жетиштүү болот.

Күндүн энергиясы менен иштей турган фотоэлементтердин дагы бир кызыктуу колдонулушу—келечектеги планета аралык корабльдерде болот. Жарык—Жерден космикалык учууга жөнөгөндө өзү менен бирге алынбай турган энергиянын булагы эмеспи. Планета аралык учуудагы корабль батпай турган күндүн ал-

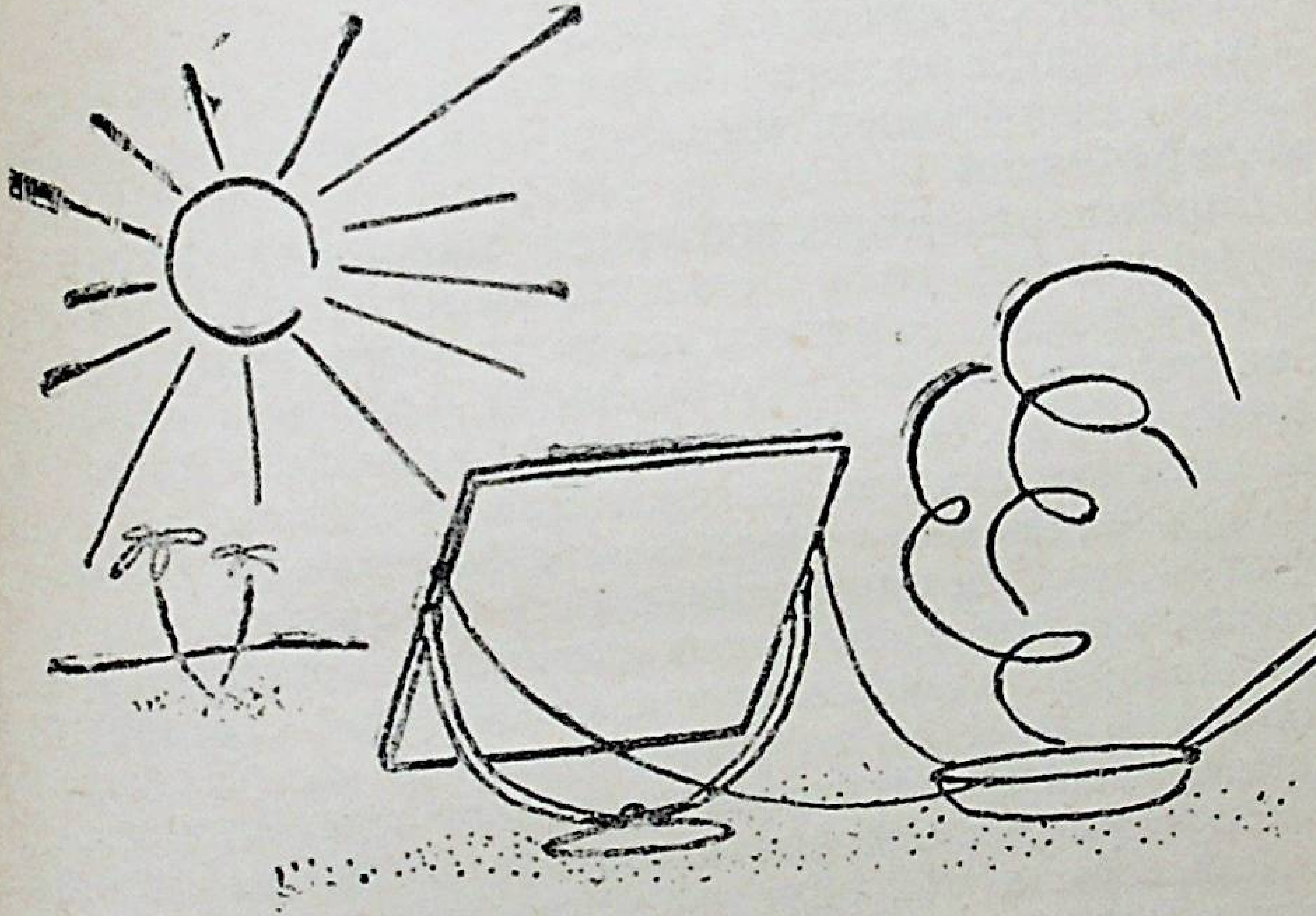


дында, кубаттуу жарык агымында учат. Эгерде ракетаны пайдалуу аракет коэффициенти бардыгы болуп 10 процент болгон фотоэлементтер менен жабдыса, анда алардын жарык кылынган үстүнкү бетинин 10 кв. метринен үч айга созулган саякаттын убагында Жерден алынган бир тонна күйүүчү май бере ала турган энергия алынат. Ал эми бул бир тонна күйүүчү майды корабль Жерден старт жасаган кезде космикалык ылдамдыкка күүлөнтүп жеткирүү үчүн дагы бир нече ондогон тонна күйүүчү майды сарп кылууга туура келер эле.

Бардык жерде боло турган күндүн жарыгы жарым өткөргүчтөр тарабынан кармалгандан кийин ракеталык корабльдердин салмагы азаят.

Чөлдөрдүн, күн нуруна куйкаланган талаалардын, жана айыл чарба үчүн керексиз болгон башка жерлердин эң жок дегенде бир бөлүгүн күн батареясынын калканчтары менен каптап коюу кандай сонун болор эле!

Туштуктөгү чөлдөрдүн мындай фотоэлементтердин калканчтары менен жабылган 3—4 квадрат километр аянты атактуу Куйбышев ГЭСинде орто эсеп менен иштеп чыгарылган энергияга барабар болгон электр энергиясын бере алар эле! Ал эми чөлдө электр тогуна айланууну жалаң гана жарык күтүп отурган жок. Термобатареялар жана жарык фотоэлементтеринин алдына орнотулган инфракызыл фотоэлементтер күндүн жылуулугунун бир кыйла үлүшүн электр энергиясына айландырар эле.



Балким, бир нече жылдан кийин, жарым өткөргүчтөр жөнүндөгү окуунун элементтери индустриалдык курулуштарда ишке ашкандан кийин, күн батареяларын жөнөкөй жана арзан кылып жасоого мүмкүндүк болгондон кийин, фотоэлементтердин калканчтары, термогенераторлордун блоктору менен адамдар тоонун беттерин, үйлөрдүн чатырларын жана дубалдарын, заводдордун чатырлары менен дубалдарын каптай баштайт. Эч пайдасыз жаткан чөл талааларынын бетинде анын бир четинен экинчи четин көздөй жарык менен жылуулукту кармагычтардын катары созулуп жаткан болот. Электр тогуна айландырылган күндүн шооласы

менен адам сууну жогору көтөрүп, электропоезддерди
жүргүзүп, заводдордогу машиналарды кыймылга кел-
тире баштайт.

ШООЛА ЖАНА ЖАЛБЫРАК

Ар кандай отун—азыркы мезгилдеги, же алда ка-
чан жок болгон, мындан ондогон жана жүздөгөн мил-
лион жыл мурда болгон өсүмдүктөр дүйнөсүнүн кал-
дыгы болот.

Ал эми өсүмдүк эмнеден турат?

Жерден, суудан жана абадан турат.

Чынында да өзүнүн көгөрүп турган өсүмдүктөрүн
түзгөндө жаратылыш мына ушул материалдардан пай-
даланат эмеспи!

Бирок кандайдыр бир буюмду жасоо үчүн материал-
дардын болушу гана жетиштүү болбойт. Үйдү куруу
үчүн кирпичти, цементти, темирди курулуш аянтча-
сына жеткирүү жетиштүү болбойт,—ал үчүн ойлонгон
максат чындыкка чыга тургандай кылып иштөө да та-
лап кылынат. Ал эми иштөө деген—бул демек, кандай-
дыр бир өлчөмдөгү энергияны сарп кылуу дегендикке
жатат. Курулуш аянтчасында бетонду аралаштыра тур-
ган калактарды, крандардын илгичин, көтөргүчтөрдүн
лебёдкаларын электр энергиясы кыймылга келтирет. Ал
эми өсүмдүкчү? Ал энергияны кайдан алат? Андагы
атомдор менен молекулаларды кандай күч бириктирет?

Өсүмдүк бул энергияны өзүнүн көгөргөн жалбы-
рактары аркылуу күндүн жарыгын жутуу менен андан
алып турат. Жарык жок болсо, өсүмдүк куурап калат.
Өсүмдүктүн жашыл жалбырагынын клеткаларында
жарык өтө маанилүү процесси—Жердеги бардык ти-
ричиликтин булагы болгон фотосинтезди келтирип чы-
гарат.

Өсүмдүктүн жашыл жалбырагы аркылуу жутулган
жарык энергиясы ошол өсүмдүккө чогулган сыякта-
нат. Ошентип, ар бир органикалык зат кандай гана
формада болбосун,—алма же буудайдын даны болобу,
жыгачтын устуну же чөптүн чөмөлөсү болобу, көмүр-
дүн кесеги же чым көңдүн кесеги болобу,—алардын
бардыгын күндүн шоола энергиясынын концентраттары
деп атоого акыбыз бар.

Көмүр күйгөндө качандыр байыркы замандарда па-
поротниктер тарабынан жутулган күндүн энергиясы
бошотулат.

Бирок өсүмдүк жарыктын өтө эле аз бөлүгүн өз-
дөштүрүп өзүнө топтойт,—башкача айтканда, анын бир
процентинен азын өздөштүрөт. Мына ошондуктан, то-
койду өстүрүү үчүн ушунчалык көп убакыт талап кы-
лынат. Мына ошондуктан Жердин бетиндеги казылып
алына турган отундун запасы аз болуп олтурат.

КҮНДҮН ЖАҢЫ БЕЛЕКТЕРИ

Жалаң гана органикалык сырьёлорду жасап, өсүм-
дүктөрдү пайдаланбай коюуга мүмкүнбү? Өсүмдүктөр-
сүз эле түздөн-түз абадан, суудан жана минералдык
заттардан отунду, пластмассаны, кантты жасоого бол-
бос бекен?

Жазуучу А. Куприн өзүнүн „Суюк күн“ деген аң-
гемесинде „абанын ичиндеги жөнөкөй элементтерден
даамдуу, аш болумдуу жана жегиликтүү, бекер дээр-
лик заттарды жасоо жөнүндө“ кыялданган.

Фотосинтезге окшогон, бирок ага караганда бир
кыйла эффективдүү жасалма процессти жүргүзүп,
акыр аягында жаратылышта табигый фотосинтездин
процессинде чогулгандагыга караганда органикалык
сырьёлорду ондогон, жүздөгөн эсе тезирээк алуу жө-
нүндөгү проблема окумуштуулардын көптөн бери ка-
рай эле тынчын алып келе жатат.

Албетте, бул эң сонун ой турмушка дароо эле
ашып кетпейт. Адегенде жарык менен органикалык
биригүүлөрдүн ортосундагы өз ара аракеттешүүнүн
бардык сырлары ачылууга тийиш. Мында изилдөөчү
үчүн мындай биригүүлөрдүн көпчүлүгү жарым өткөр-
гүчтөр экендиги, ал эми жарык шооласы аларда элек-
трондук процесстерди келтирип чыгара тургандыгы
маанилүү болот.

Бул жагынан азыр иш жүргүзүлүп жатат, ал тур-
гай биринчи натыйжалар да алынды. Ленинграддык
окумуштуу-академик А. Н. Теренин жарым өткөргүч-
төр боюнча өткөрүлгөн илимий конференциялардын
биринде органикалык боёгучтардын фотоэлектроника-
сы тармагындагы изилдөөлөрдүн жыйынтыктары жөнүн-

дө айтып берген. Мисалы, боёгучтардын катуу плён-
касын же порошок түрүндөгү боёлгон жарым өткө-
гүчтөрдү жарык кылуу менен, жарым өткөр-
вентилдик фотоэлементтердеги сыяктуу өткөргүчтүү
окшогон процесстердин натыйжасында процесстерге
сын башка энергияларга айландырууга жарык энергия-
гон. Бул фотоэлектрдик кубулуштар мүмкүндүк бол-
тан тышкары фотосинтездин биринчи тирүү жалбырак-
жол менен иш жүзүнө ашыруунун этабын жасалма
өзү болот.

Албетте, мында азырынча көп нерселер табышмак-
туу болуп, көп нерселер ачыла элек. Фотосинтездик
экинчи этабын иш жүзүнө ашыруу, башкача айтканда,
заттагы жарык аркылуу түзүлгөн электр энергиясын
жаңы биригүүлөрдү түзүүгө багыттоо азырынча ишке
ашырылбай отурат. Бирок, тайманбас кыялдануудан
коркпогон окумуштуу—түзүүчүнүн көз алдында келе-
чектин картинасы ачыла баштады.

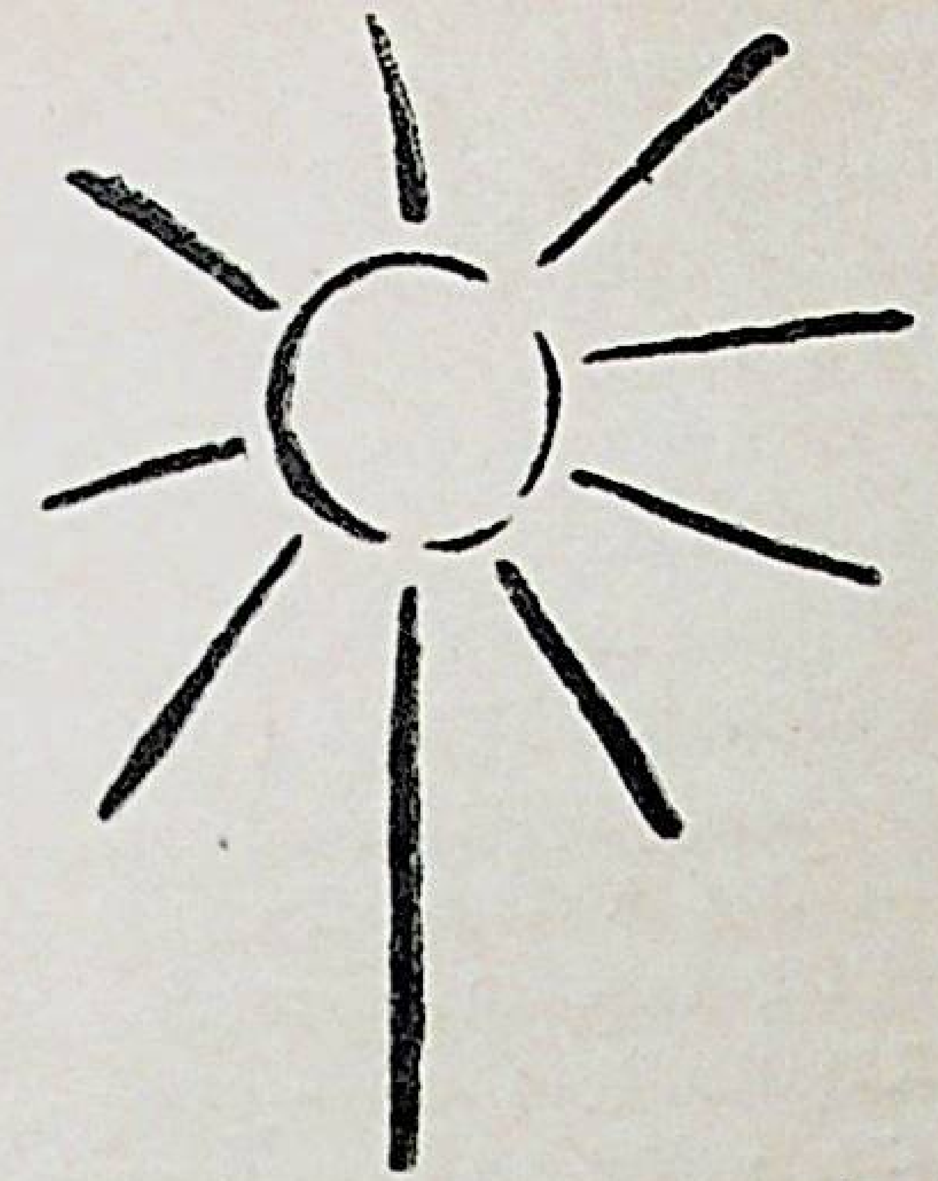
Күндүн шооласын „консервалоо“ үчүн арналган
установканын сырткы көрүнүшү кандай боло турганын
биз азырынча билбейбиз. Бирок аны көз алдыга кел-
тирүү үчүн оюбуз менен кыялданып көрөлү.

Күндүн шооласынын агымынын алдында кичинекей,
бирок кенен канал созулуп жатат дейли. Аны менен
кандайдыр бир кара суюктук жай гана агып жатат.
Бул—азырынча белгисиз кошулмасы бар, башкача
айтканда, кандайдыр бир катализатор, боёгуч зат
кошулган суу болот. Бул суюктук күндүн жарыгын
толук дээрлик жутуп алат да, абадан углеродду, а
балким азотту өзүнө тартып алуу жөндөмдүүлүгүнө
ээ болот. Каналдын акырында жанагы суюктук бир
кыйла коюуланып, жасалма органикалык заттын илээш-
кен оор массасына айланат. Аны ошол эле жерден
бөлүктөргө бөлүп, каналдан чыгарышат да, кайрадан
иштеп чыгаруу үчүн химиялык заводдорго жөнөтүшөт.

Балким, адам абадан алына турган жаңы отундун
миңдеген жана миллиондогон тонналарын ушундайча
жасап, өнөр жайлар үчүн өтө баалуу болгон сырьё-
лорду мол ала баштаар.

Күндүн шоола энергиясынын байлыктарын жүз
процентке чейин дээрлик өздөштүрүү—биздин илим-
дин умтулган максаты мына ушул!

„ЗАПАСКА КОЮЛГАН“ ЖАРЫК



Ошентип, вентилдик
фотоэлементтер биздин
бала чагыбыздагы тиле-
гибизди ишке ашырды.
Алар жарыкты „кармап“
ошол эле жерде электр
энергиясына айландырды
да, иштөөгө мажбур кыл-
ды. Мунун укмуштуудай
сонун экенинде эч сөз
жок. Эгерде кыялданууга эрик бере турган болсо,
жалан гана бул жөнүндө тилек кылууга болбойт.

Дон-Кихот өзү көз алдына келтирип жактырган
аялга кайрылып, ага „кармалып алынып, айнек идиш-
ке салынган күндүн нурларын“ белек кылып берүүгө
убада кылган. Бул курулай мактанчаактыкпы? Бирок
эгерде ушул ой ишке ашырыла турган болсо, кандай
ыңгайлуу болор эле: күндүз күндүн нурларын кармап
алып, аны кандайдыр бир банкага бекитип салып, ал
эми кечинде чачып жиберсе, көчөнү жарык кыла бер-
мек! Көрсө, бул фантастика да жарым өткөргүчтөрдүн
техникага келиши менен ишке
аша турган максат болуп кал-
ган турбайбы.

Жарым өткөргүчтүү мате-
риалдардын арасында атомдо-
ру күндүз жарык энергиясын
жутууга, ал эми түн ичинде
аны кайрадан шоолаландырып
чыгарууга жөндөмдүү болгон
материалдар да бар. Мындай
заттардын атомдору фотондор-
ду жутуу менен, физиктер айт-
кандай, дүүлүгүшөт—өздөрүнө
энергиянын ашыкча бөлүгүн
жыйнашат. Ал эми бир кыйла
убакыт өткөндөн кийин өздө-
рүндөгү фотондорду бөлүп

чыгаруу менен энергиянын ашык бөлүгүнөн кутулушат.

Мындай заттар көптөн бери эле белгилүү болуп, колдонулуп келе жатат. Мисалы, „запаска алынган" жарык менен караңгыда шоола чыгарып турган ёлканын жасалгалары чоң ийгилик менен пайдаланылып келе жатат.

Бирок мындай заттардын бир кемчилиги бар. Эгерде мындай заттар күндүз жарыкта болсо, түн ичинде алар сөзсүз жарык чыгарууга тийиш, —биздин каалашыбызга же каалабагандыгыбызга карабастан, жарык чыгарууга тийиш. Эгерде алардагы запас жарыкты команда боюнча берүүгө мажбур кылсак кандай болот? Көрсө, буга да жетишүүгө болот экен.

Кээ бир жарым өткөргүчтөрдүн атомдору биз аларга начар электр сигналы менен аракет кылмайынча, жарыктан жыйнап алган энергияны өздөрүндө сактап турууга жөндөмдүү болот.

Муну жөнөкөй салыштыруу менен түшүндүрүп көрөлү. Силердин колуңарда пружиналуу оюнчук мылтык бар дейли. Мылтыкты октоо үчүн силер пружинаны кысасыңар, ал эми атуунун алдында анын машаасына колуңарды бир аз тийгизип, кайра коё бересиңер. Ушул сыяктуу эле биз айтып өткөн атомдор да жарыктын аракети менен октолот. Ал эми аларды электр талаасы менен бир аз түрткөндө кадим эле жарык менен аткан сыяктуу атылып кеткенсийт.

Балким, жакын арадагы мезгилде биздин шаарларыбызда эң сонун шамдар пайда болор. Күндүз алар жарык энергиясын чогултуп, ал эми кечинде жана түн ичинде начар электр командасы боюнча күндүз жыйналган жарыктын эсебинен жарык берип турат.

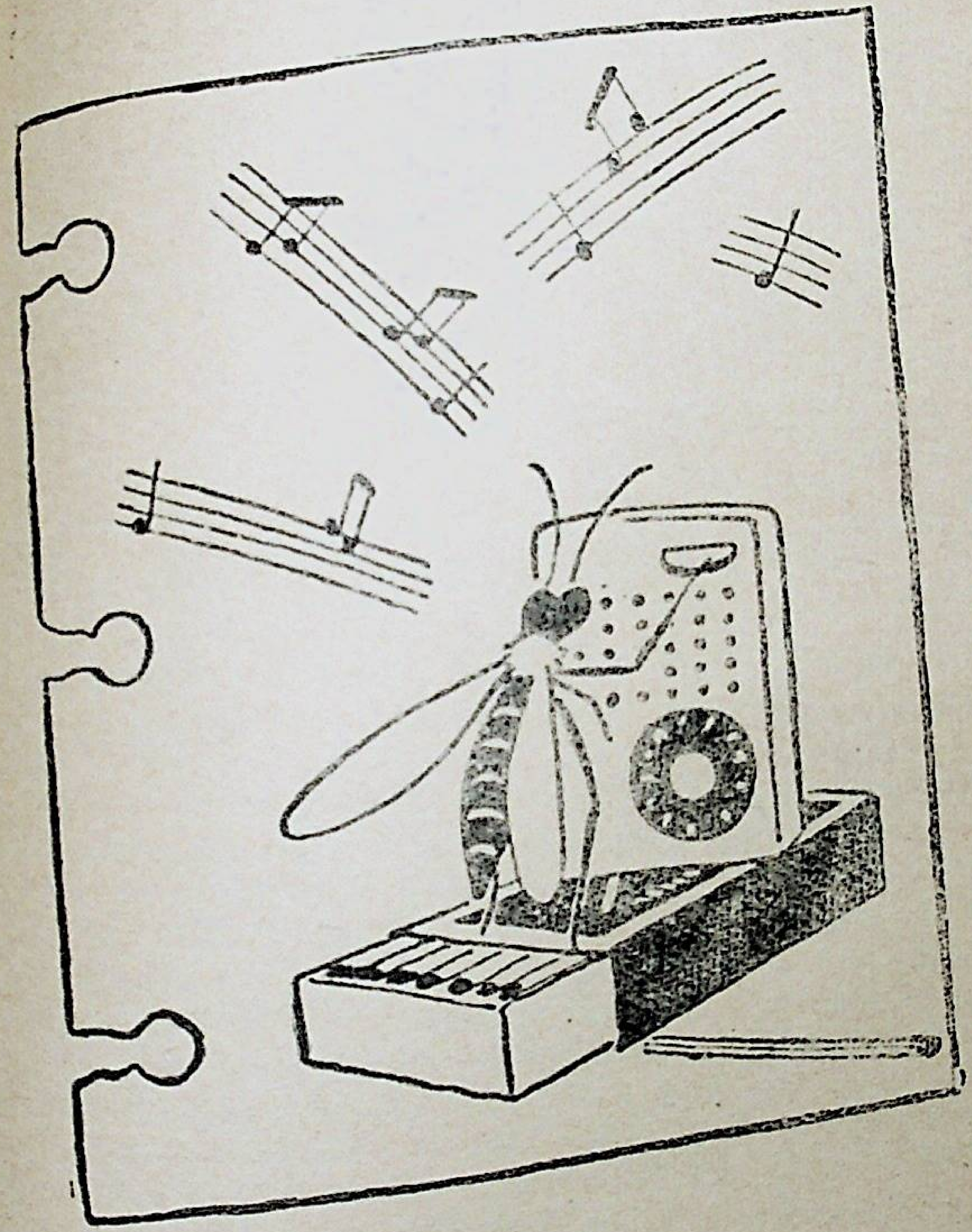
Чехословакияда калканчтар түрүндөгү шамдар иштелип жаткандыгы билдирилген,алардын бетинде электрдин таасири менен айрыкча жарым өткөргүчтүк материалдардын порошоктору жарык болуп турат. Мындан ак жарыкты алууга азырынча мүмкүн болбоду, бирок изилдөөчүлөр бул иштин келечеги кең экендигине ишенишет.

Жарык боло турган тасмалары бар бөлмөлөр, жагымдуу нурду чачыратып турган үйдүн шыптары,— балким, бир нече жыл өткөндөн кийин азыркы биздин күндөрдөгү электр лампочкасы сыяктуу эле көнүмүш болуп калар.

Жарым өткөргүчтөрдүн мындан башка да көп санаган өтө кызык оптикалык касиеттери бар. Мисалы, алар көзгө көрүнбөгөн ультрафиолеттик шоолаларды көзгө көрүнө турган шоолага айландырууга жөндөмдүү болот. Мына ушунун негизинде ар бир адамга белгилүү болгон люминесценттик лампалар—метронун станцияларын, көркөм көргөзмөлөрдү, магазиндердин залдарын, заводдордун цехтерин жагымдуу жарык менен жарык кылып турган лампалар түзүлгөн. Кээ бир жарым өткөргүчтөр радиоактивдүү нурдануунун өтө майда бөлүкчөлөрү менен атканда жарык берүү менен жооп берет. Анын бул касиети ядролук бөлүкчөлөрдүн өзгөчө эсептегичтерин түзүүдө пайдаланылат. Телевизорлордун экрандарында да жарым өткөргүчтүү люминофор жарык болуп турат. Аны электрондордун согуулары „күйгүзөт".

Жакында эле физиктер „түбөлүк" жарык болуп турган көрсөткүчтөрдү жасоону үйрөнүшкөн. Аларды электр тармагына бириктирүүнүн же батареяга туташтыруунун зарылдыгы жок. Алар өздөрү—энергиянын сырттан бериле турган эч кандай булагысыз эле жарык болот. Мындай көрсөткүчтөрдөгү жарым өткөргүчтүү люминофордун катмары стронцийдин радиоактивдүү изотобунун атомдорунун ядролору тарабынан бөлүнүп чыгарыла турган өтө тез учуучу электрондордун аракет кылышынын натыйжасында жарык болот. Көрсөткүчтөрдүн кызмат кылуу мөөнөтү жыйырма жылдан ашык болот.

Эгерде мындай жарык бергичтерди, айталык, дарыялардын бойлорундагы бакендерге коё турган болсок, анда ар күн сайын фонарларды күйгүзүү үчүн бакенщик убара болбойт. Ал өзүнүн өмүрүндө фонарларды бардыгы болуп эки-үч жолу гана алмаштырып коёт.



КРИСТАЛЛДАРДАГЫ ЭЛЕКТРОНИКА

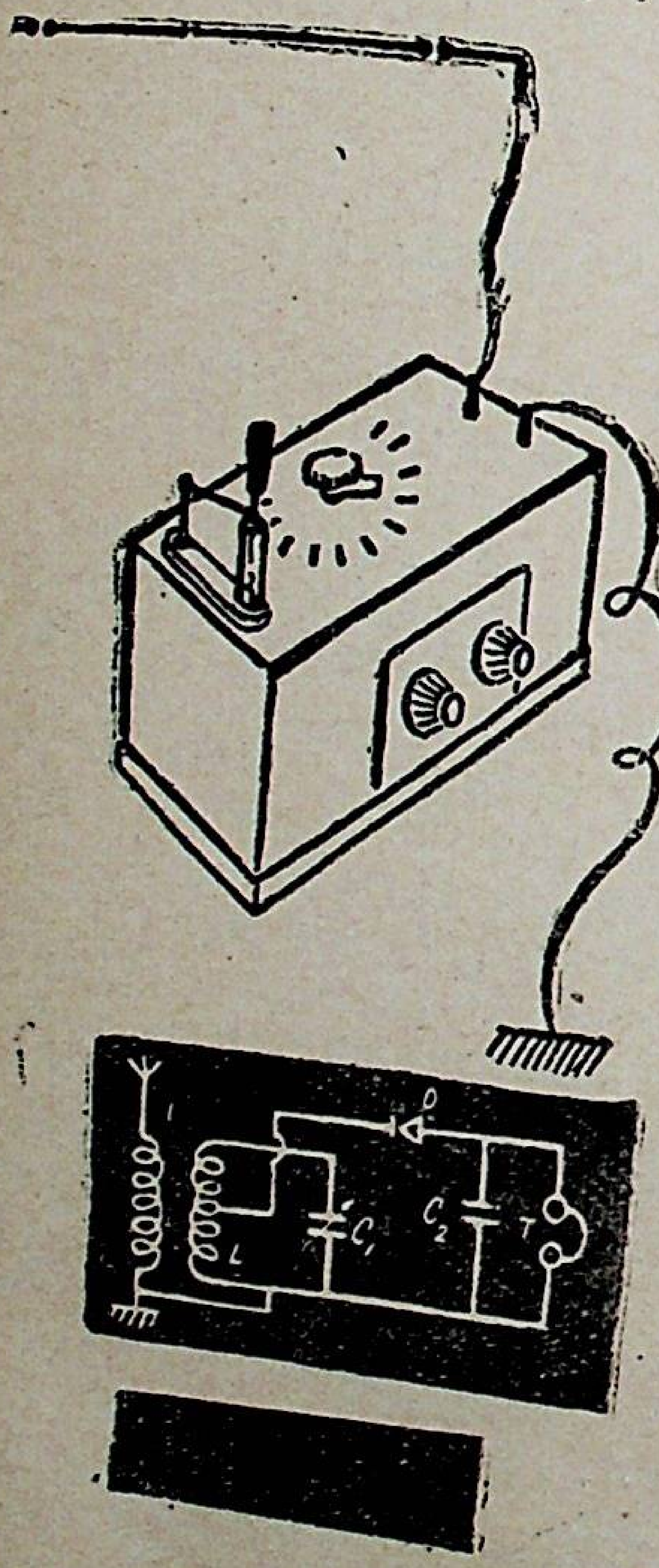
ЖОЛУ БОЛБОГОН САТЫП АЛУУЧУ

Радиомагазиндердин биреенүн директору—радиоприёмниктерди сатуунун ветераны мындай деп айтып берди:

—Отуз жылдан бери карай кандайдыр бир таң калардык абышка-сатып алуучу бизге үзбөй келип жүрөт. Ушул мезгилдин ичинде ал көп нерселерди сатып алды деп ойлойсуңарбы? Эч нерсе сатып алган жок! Анын акчасы да, сатып алуу жөнүндө максаты да болсо керек, бирок, бир гана кырсык: техника өтө эле алга карай ылдам кетип бараткандыгы тоскоолдук кылып жатат. Адегенде ал детектордуу приёмникти алгысы келгендиги эсимде. Бирок сатуучу менен сүйлөшүп жатып, жакында лампалуу приёмниктер сатыла тургандыгын угат да, күтө турууну туура табат. Ошентип, биринчи лампалуу приёмниктер пайда болот. Баягы абышка дагы келет, бирок эч нерсе сатып албайт. Ал жакында боло турган башка бир жаңылык—көп лампалуу супергетеродиндер жөнүндө угат. Андан кийин супергетеродиндер да көп тарала баштайт. Баягы чал кайрадан да магазинден эч нерсе сатып албай кетет. Ал бекерине күтүп жүрөт. Ал ушул кезге чейин жаңыны күтүп жүргөн жок! Ар жыл сайын аппаратура өркүндөтүлүп, үнөмдүү, ишенимдүү иштей турган бо-

луп баратат. Бирок, жанагы адам эң мыкты приёмникти эч качан алалбайт,—башкача айтканда, бир-эки жылдын ичинде эскирип калбай турган приёмникти ала албайт.

Александр Степанович Поповдун гениалдуу ойлоп чыгаруусу болуп эсептелген радио акыркы он жылдын ичинде мурда болуп көрбөгөн өнүгүүгө ээ болду. Бирок өтө зор, азыр көзгө элестетүүгө кыйын болгон прогресс аны келечекте күтүп турат. Бул прогресс—жаңылыкты пассивдүү түрдө күтүп отурбай, өздөрү аны түзүп жаткан адамдардын алтын колдору менен тунук акылдары тарабынан түзүлөт. Мында да жарым өткөргүчтүү материалдар адамдын эң сонун жардамчылары болуп эсептелет.



Детектордуу радиоприёмник.

БИРИНЧИ КАДАМ

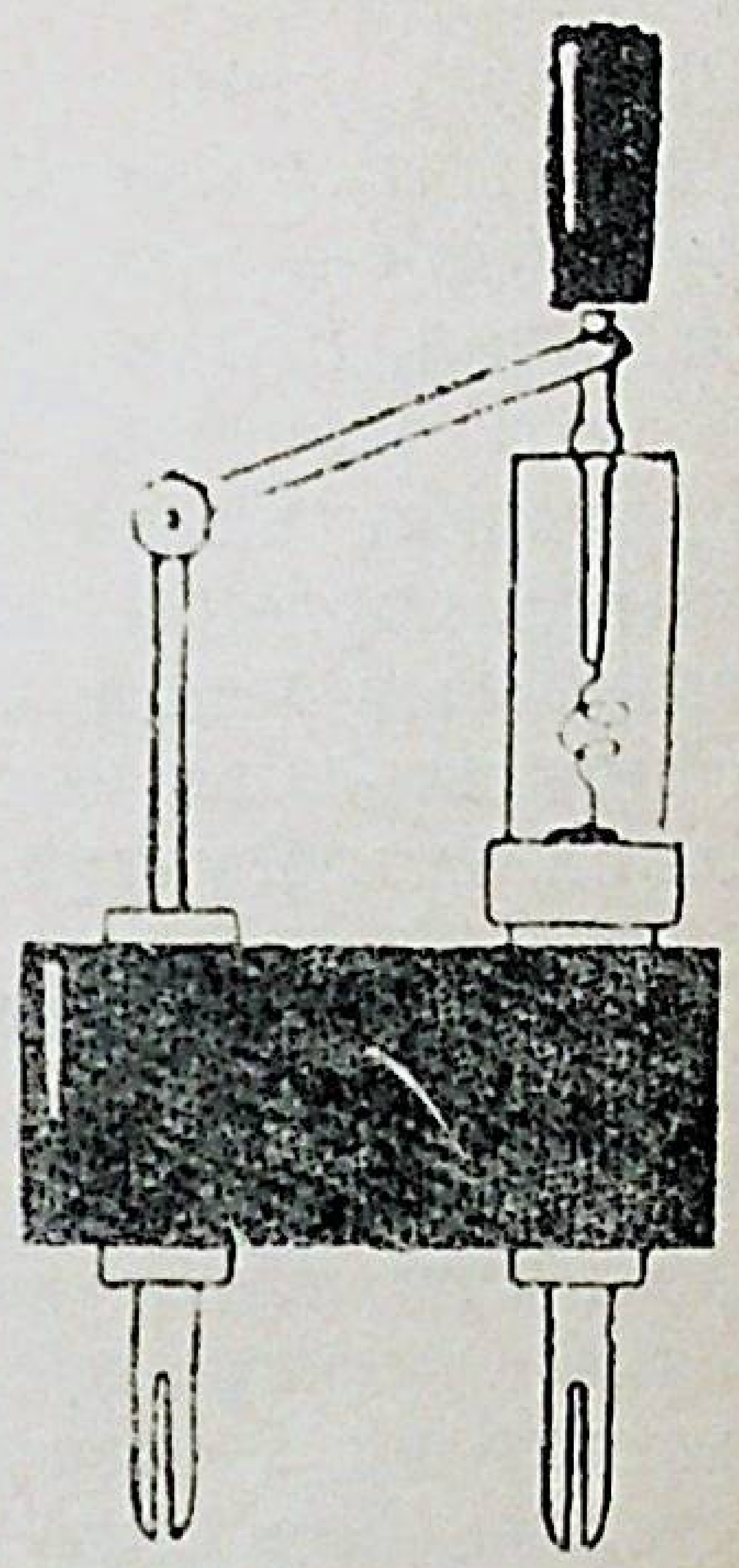
Радио ишин сүйгөн жаш жигит ишти эмнеден баштайт?

Детектордуу приёмниктен баштайт. Бул таң каларлык аппарат өтө эле жөнөкөй болот. Зым оролгон чыгырык, детектордун кичинекей ташы, кулакка тыңшап уга турган аспап,—бул приёмниктин жабдуулары мына ушулар. Ал эми бул тетиктерди бириктирген кезде кандай зор күч пайда болот дейсиң!

Биринчи детектордуу приёмниктерди өздөрүнүн колу менен жасаган улгайган адамдардан сурап көргүлө. Алар мындай дейт: ал

кездеги приёмниктин жыгач ящиктерине караганда биздин күндөрдө жапжаңы телевизор азыраак кызыкчылык туудурат.

Мына, чогултулган приёмник салтанаттуу түрдө столдун үстүнө коюлган. Аны түзгөн адам үйдүн үстүнө чыгат да, узундугу отуз-кырк метр келген узун антеннаны керип коёт. Антенна менен туташтырылган зымды ал приёмникке алып келип бириктирет да, бир кыйла убакытка чейин детектор менен алек болот. Серпилгичтүү пружинанын учу айнек түтүкчөсүнө салынган күмүштөй жаркыраган кристаллчага такалып, анын үстүндө сезгич точканы табууга тийиш. Ушундай точка табылар замат эле көптөн бери күтүлгөн „сыйкырчылык“ ишке аша баштайт: кулакка тыңшагыч аспаптан музыка же адамдын сөзү угула баштайт.



Кадимки детектор.

Детектордун кристаллчасы—бул, практикада кеңири колдонула баштаган эң биринчи жарым өткөргүч болот. Анын эмне кереги бар?

Радиотолкундар өзүнүн багытын тез өзгөртүп турган электр талаасын антеннада дүүлүктүрөт. Электр талаасы зымдын электрондорун кыймылга келтирет. Алар зым боюнча бирде алга, бирде артка учуп турат. Бир секунданын ичинде мындай электрондордун жүз миңдеген термелүүлөрү болот. Радио берүүлөрдү угуу үчүн бул термелүүлөрдү экиге бөлүү талап кылынат, башкача айтканда, кулакка тыңшагыч аспапка бир тарапты көздөй гана багытталган электрондордун кыймылын өткөрүү керек. Мына ушул учурда өзгөрүлмө ток түздөлөт, башкача айтканда, пульсациялоочу туруктуу токко айландырылат. Ал эми анын күчүнүн бир кыйла жай өзгөрүшүндө (бир секундасына жүздөгөн жана миңдеген термелүүлөр болуп турганда) берилүүчү үндөр коюлган болот. Түздөлгөн токтун күчү канчалык көп болсо, кулакка тыңшагычтын болот мембранасы

электромагнит тарабынан ошончолук күчтүү тартылат. Эгерде токтун күчү аз болсо, анда мембрана электромагниттен ажырайт. Өзүнүн термелүүлөрүн абагa берүү менен, мембрана вибрация пайда кылып турат, ошентип, айланага үн толкундары таралат.

Өтө жөнөкөй радиоприёмниктин аракет кылышынын принциби кыскача мына ушундай. Зымдардан башка мында бардыгы болуп эки гана жабдуунун: кулакка тыңшагыч менен токту түздөгүчтүн талап кылына тургандыгын биз көрүп турабыз. Ошондуктан детектор ошол түздөгүчтүн милдетин аткарат.

ДЕТЕКТОР ИШТЕП ЖАТАТ

Айнек түтүкчөдөгү кристаллча жарым өткөргүч болот. Биз жогоруда аныктап өткөн сыяктуу, анын электр өткөргүчтүгү электрондук, же тешикчелүү болот. Ал электрондук өткөргүчтүккө ээ болот дейли. Бирок кристаллча бир тектүү эмес. Анын үстүнкү бетинде аралашмалар менен бул же тигил өлчөмдө аралашкан участоктору болот. Ошол аралашмалардын таасири астында электрондук жарым өткөргүч тешикчелүү жарым өткөргүчкө айлана турган орундары да болот. Ал эми электрондук жана тешикчелүү аймактардын чек арасында бизге тааныш болгон жабылуучу катмар—электрондору да, тешикчелери да жок зона сөзсүз пайда болот.

Бул катмардын өзгөчөлүктөрүн дагы бир жолу эске салып кетелик: анын бир тарабында „чек арачы" электрондор кайтарып тургансыйт. Алар бардык бош электрондорду электрондук аймактын түпкүрүн көздөй түртө баштайт. Чек аранын экинчи тарабында тешикчелерден түзүлгөн сакчылар тургансыйт. Алар, жогоруда айтып өтүлгөндөй башка тешикчелерди тешикчелүү аймактын түпкүрүн көздөй түртөт. Кыскасын айтканда, жабылуучу катмарда чек арадагы электр талаасы пайда болот. Бул электр талаасы электрондордун жана тешикчелердин электрондук жана тешикчелүү аймактардын тийишип турган чек арасын көздөй жылышына каршылык көрсөтөт.

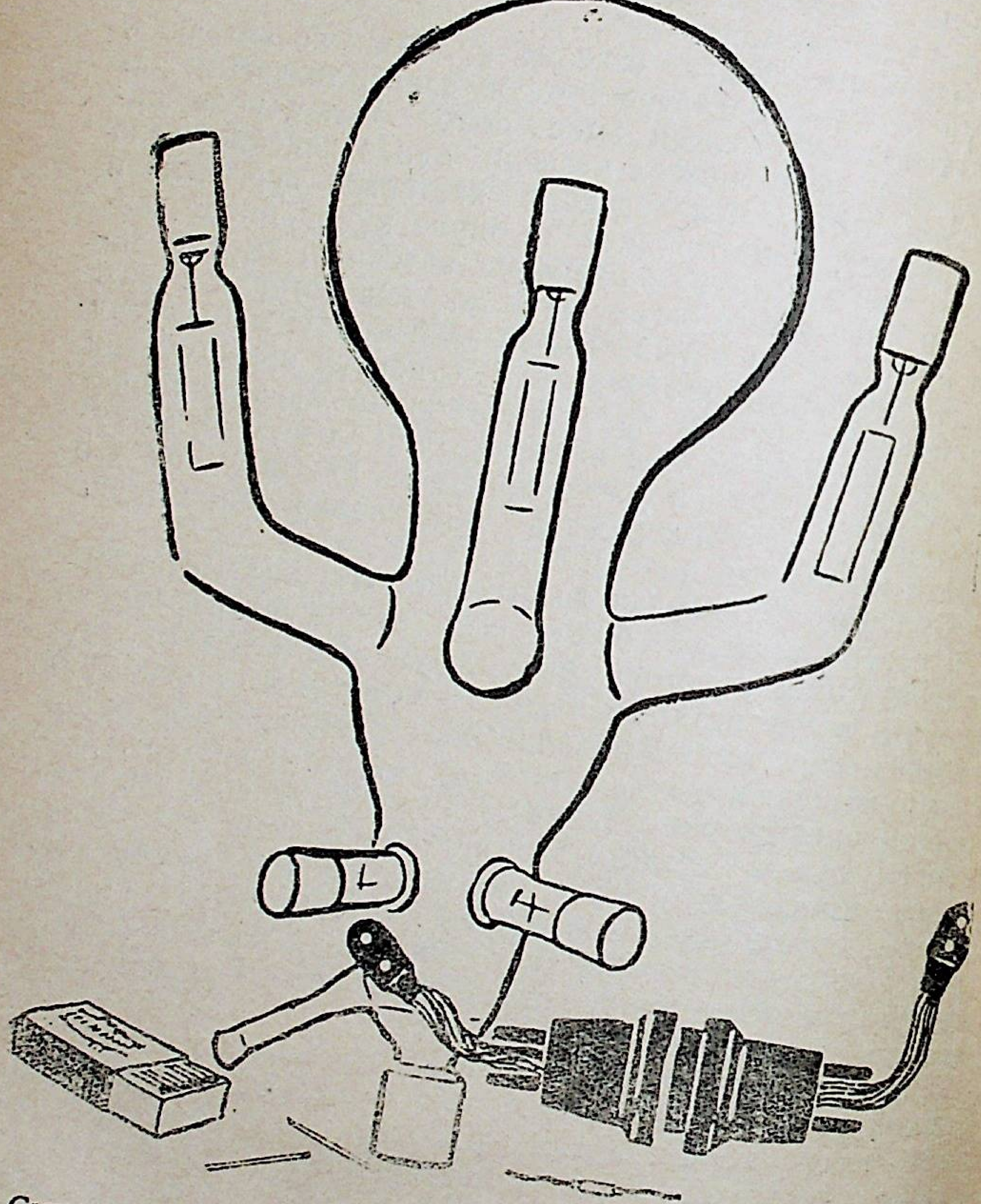
Жабылуучу катмарга сырттан электр талаасын жакындатабыз. Бул электр талаасы өзүнүн багытына жараша жарым өткөргүчтөгү чек арада турган электрондордун жана тешикчелердин күчүнө өзүнүн күчүн кошот (муну менен жабылуучу катмарды кеңейтет), же тескерисинче, чек арадагы электрондорду жана тешикчелерди начарлатып жиберет, ал тургай, туш-тарапка качырып да таштайт.

Эгерде чек арага өзгөрмөлүү, башкача айтканда, өзүнүн багытын өзгөртүп туруучу электр талаасын жакындатып алып келсек эмне болот? Бул учурда жабылуучу катмар мезгил-мезгили менен кеңейип жана жоголуп турат. Чек арадагы кайтарып тургансыган электрондор жана тешикчелер бирде күчөп, бирде таптакыр жоголуп турат, башкача айтканда, сырткы талаанын багытынын өзгөрүшүнө жараша өзгөрүп турат. Бул кубулуштун натыйжасы мындай болот: жабылуучу катмар кеңейген кезде жарым өткөргүч аркылуу ток өтпөй калат (бул учурда электрондор жана тешикчелер ар тарапты көздөй качып кетет); ал эми жабылуучу катмар жоголгон кезде кристалл аркылуу ток өтө баштайт (электрондор жана тешикчелер бири-бирин карата кыймылда болот).

Бул айтылгандардан жыйынтык чыгаралы. Детектордун сезгич точкасы—бул жарым өткөргүчтүн бетинин белгилүү бир участогу болуп, бул жердеги токту өткөрүүчүлөр кристаллдын калган бөлүгүндөгү өткөрүүчүлөргө караганда башкача болот. Демек, детектордогу пружинанын учунда жабылуучу катмар болот. Детектор антеннадан кулакка такап угуучу жабдууга келе турган зымга туташтырылган. Антеннанын электр талаасы кристаллдан өтүү менен, бул жабылуучу катмарды бирде кеңейтип, бирде жоготуп турат. Ошентип, ток детектор аркылуу бир гана багытта—электрондор менен тешикчелер бири-бирине карата кыймылда болгон кезде өтүп турат.

Мына ушундай принцип аркылуу жалаң гана эң жөнөкөй радиоприёмниктеги ток түздөлбөй тургандыгын айта кетүү керек. Жарым өткөргүчтөрдөн жасала турган түздөгүчтөр—жездин закисинен, селенден, күкүрттүү жезден, ал эми кийинки мезгилдерде германийден жасалган түздөгүчтөр техникада улам барган сайын кеңири колдонулуп жатат. Аларды пайдалануунун мүмкүндүктөрү өтө зор, бул түздөгүчтөр өтө жөнөкөй өлчөгүч

приборлордон тартып, радиостанцияларга, электрометаллургиялык установкаларга, электровоздорго чейин колдонулат. Көп учурларда жарым өткөргүчтөн жасал-



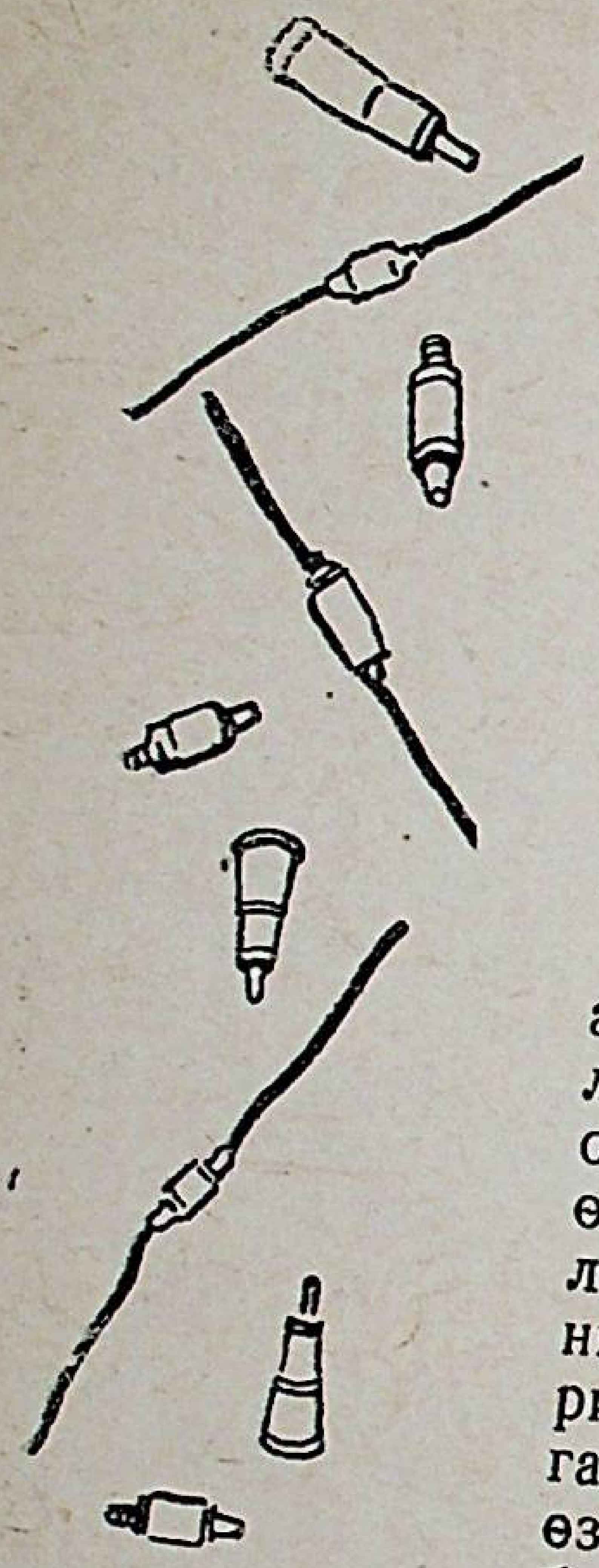
| Сымап лампасы—өзгөрүлмө токту түздөгүч. Бул прибор өтө чоң, үнөмсүз иштейт жана морт болот. Төмөн жагында—германийден жасалган жарым өткөргүчтүү түздөгүч көрсөтүлгөн, бул түздөгүч өзүнүн түзүлүшүнүн жөнөкөйлүгү, ишенимдүүлүгү, мыкты үнөмдүүлүгү менен айырмаланат.

і түздөгүчтөр, түздөгүч жабдууларлын ичинен эң
ктысы болуп эсептелет. Алардын пайдалуу аракет
эффициенти 98—99 процентке жетет. Эгерде буга
ардын бекемдигин, ишенимдүүлүгүн, өлчөмүнүн ки-
нелигин кошо турган болсок,—партиянын XX съез-
нин директиваларында жарым өткөргүчтүү түздөгүч-
рдү өндүрүп чыгаруу ишине эмне үчүн айрыкча көңүл
рулгандыгын силер түшүнөсүңөр.
Эми биздин детекторго кайрадан кайрылалык.

ОЛЕГ ЛОСЕВДИН ОЙЛОП ЧЫГАРУУСУ

Биринчи детекторлор пайда болгон мезгилде алар
ли анчалык өркүндөтүлбөгөн болучу. Көп учурларда
лардын сезгич точкасын табууга көп эмгек жумшала
урган. Анын үстүндөгү пружина улам ажырап кете
урган. Мындай учурда приёмникти кайра-кайра жөнгө
алууга туура келген. Детекторду жакшыртуу үчүн
инженерлер көп нерселерди ойлоп чыгарышты.
1919-жылы радио ишин сүйгөн жаш жигит Олег
Владимирович Лосев детекторду өркүндөтүү ишине кы-
зыгып калат. Ал өзүнүн өмүрүн радиотехникага арноо-
ну ойлоп, биздин өлкөдөгү Нижегородскийдеги бирин-
чи радиолабораторияга жаш кезинде чабарман болуп
кызматка кирет. Мында ар нерсеге кызыккан таланттуу
өспүрүмдү байкап калышат. Лабораториянын кызмат-
керлери ага билимин толуктоого жардам беришет,
ошентип, көп узабай эле Лосев өз алдынча илимий
ишке киришет. Ал детекторлор катарында колдонулуп
жүргөн жаратылыштагы минералдарды кылдаттык менен
изилдеп чыгып, алардын электрдик өзгөчөлүктөрүн үй-
рөнөт да, 1922-жылы кокусунан болгон ачылышка дуу-
шар болот. Эгерде приёмниктин схемасына эки детек-
торду жана электр батарейкасын айрыкча жол менен
туташтыра турган болсок, анда кулакка такап уга тур-
ган жабдууга келүүчү электрдик термелүүлөрдү күчө-
түүгө боло тургандыгын жаш окумуштуу далилдейт.
Ошол мезгилде Лосевдин илимий ачышы өтө маани-
лүү болучу. Анткени—кадимки детектордуу приёмник
жакын аралыктагы станцияларды гана угууга мүмкүн-
дүк берген. Ал эми берүүлөрдү алыстан кабыл алуу,
айрыкча тоскоолдуктар көп болгон жана бийик,

узун антеннаны куруу кыйын болгон шаарларда алыс аралыктан берүүлөрдү кабыл алуу практикалык жактан мүмкүн болгон эмес. Ал эми Лосевдин приёмниктери, аны *кристадиндер* деп атап койгон, алыс аралыктагы радиостанциялардын берүүлөрүн ишенимдүүлүк менен кабыл алып турган. Ойлоп чыгаруучу кристаллдарды колдонуу менен, мындан башка да аппараттарды—генераторлорду, башкача айтканда, электрдик термелүүлөрдү козгогучтарды да түзгөн.



Азыркы мезгилдеги жарым өткөргүчтүү приборлор — биринчи жөнөкөй детекторлордун жана вакуумдук лампа-диоддордун мурасчылары.

Лосев өзүнүн ачышына патент албай эле, ал үчүн эч кандай акчалай сыйлыкты талап кылбай эле, ошол эле замат жарыялаган. Көп өлкөлөрдөгү радио ишин сүйүүчүлөр анын схемалары боюнча приёмниктерди жасоого киришкен. Америкалык журнал мындай деп жазган:„Жаш орус ойлоп чыгаруучусу өзүнүн ойлоп чыгарганын дүйнөгө берди“. Француздук журнал мындай деп жазган: „Лосевди илимий данк күтүп турат. Ал баарыдан мурда өзүнүн достору—бүткүл дүйнөдөгү радио ишин сүйүүчүлөр жөнүндө ойлоо менен өзүнүн ачышын жарыялады“.-

Бир нече жылга чейин ойлоп чыгаруучунун ысмы журналдардын беттеринен кеткен эмес, бирок кийинчерээк улам барган сайын ал жөнүндө азыраак жазыла баштаган. Ошентип, жыйырманчы жылдардын аягында анын идеясы—электрдик термелүүлөрдү күчөтүү жана козгоо үчүн кристаллдарды пайдалануу идеясы унутулуп калган. Бул идеяны андан ары карай чыгармачылык жол менен өнүктүрүүгө илим али жетиле элек болучу. Ал кезде жарым өткөргүчтөрдүн теориясы болгон эмес, ал эми мындай заттарды

салма жол менен түзүүнү дээрлик билишкен эмес. Ондуктан радио инженерлердин бардык үмүтү башка бир жаңылыкка—радиолампаларга топтолгон.

РАДИОЛАМПА ИШТЕП ЖАТАТ

Азыркы мезгилде улгайып калган радио сүйүүчүлөр радио лампалардын салтанатынын биринчи жылдарын жакшы билишет. Миллиондогон радиоприёмниктерде йнектерин жана металлдарын жаркыратып, бул назик, орт приборлор катарга тизилип орнотула баштаган. Детекторлордун эң жөнөкөй таштарына салыштырганда алар өтө эле өркүндөтүлгөн приборлор болучу.

Радиолампалардын чынында эле сыймыктана турган жөнү бар. Алардын жардамы менен биз радио берүүлөрдү кулакка такап уга турган жабдууларсыз эле угууга мүмкүндүк албадык беле! Так ошол учурда биздин үйлөрүбүздө биринчи катуу сүйлөгүч жабдуулардын үнү угула баштаган.

Радиолампа эмне иш кылат?

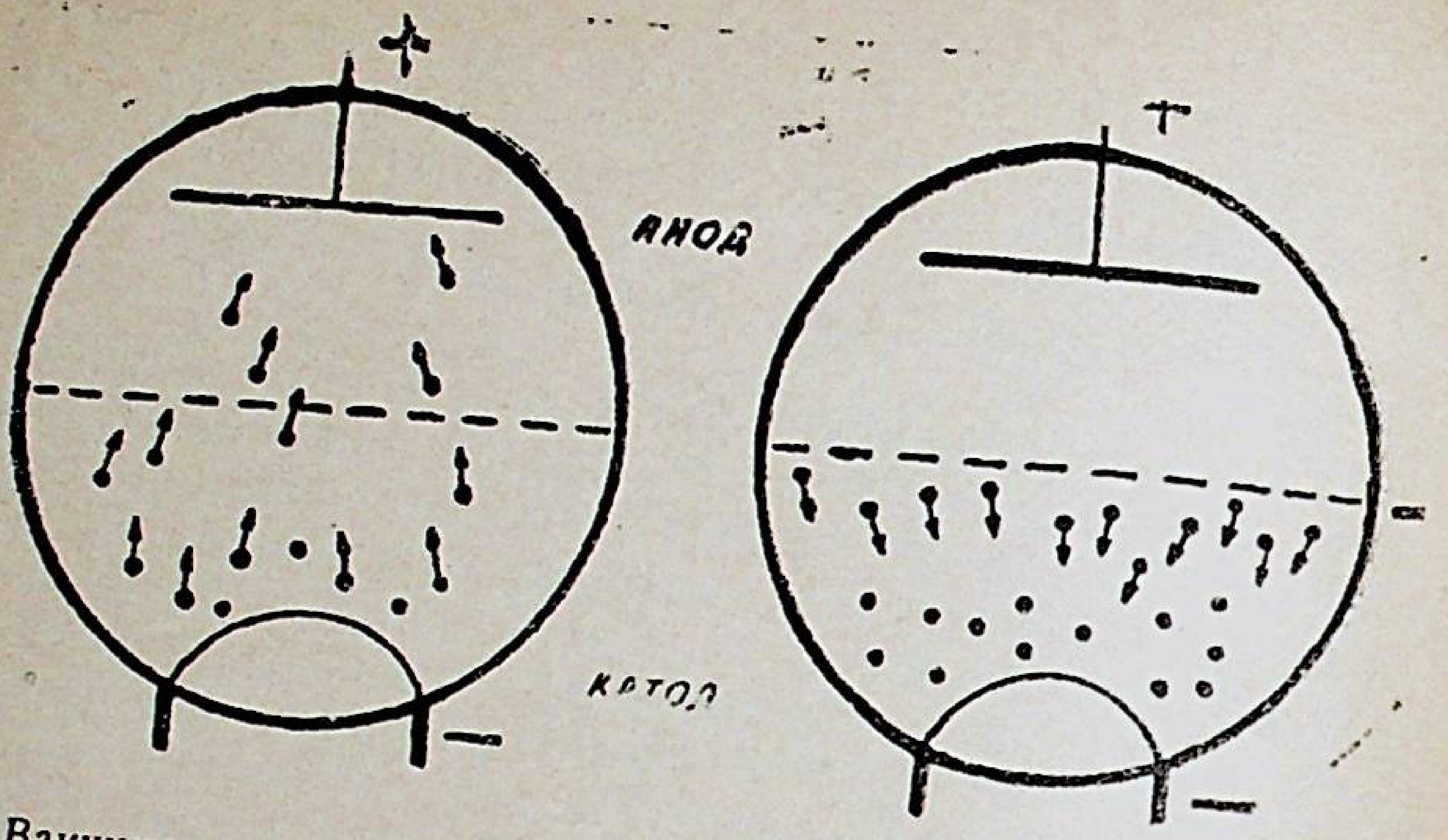
Бүгүн эртең менен силер суу проводунун кранынын алдында кантип жуунганыңарды эсиңерге түшүрүп көргүлө. Эгерде кран жакшы жөнгө салынган болсо, ага бир аз гана тийип койгондо, агып жаткан суу азайып, же тескерисинче, көбөйүп турат. Бул учурда колуңардын бир аз гана күч сарп кылышы суунун агымын чукулунан өзгөртүп жиберет.

Радиолампада да ушуга окшогон кубулуш болот. Анда антеннадагы билинер-билинбес электр талаасынын термелүүсү электрондордун кубаттуу агымын өзгөртүп турат.

Бул практикалык жактан кандайча ишке ашырылат?

Эң жөнөкөй радиолампа — ичинен абасы сордуруп чыгарылган айнек баллон болот. Анын ичин караганда бири-биринен изоляцияланган металлдан жасалган үч электродду: катодду, сетканы жана анодду көрөбүз. Катод менен анод туруктуу жогорку чыңалуусу болгон сырткы электр чынжырына туташтырылган. Ал эми сеткага антеннанын билинер-билинбес сигналдары келип турат.

Катоддун ичке жипчеси электр тогу менен кызытылат. Ошондуктан андан электрондор учуп чыгат.



Вакуумдук триоддун схемасы. Сол жакта — лампа „ачылган“; оң жакта — „жабылган“.

Бул электрондор күчтүү электр талаасына дуушар болуп, токтоосуз түрдө анодду көздөй умтула баштайт. Бирок, электрондордун жолунда сетканын зымдан жасалган спиралы өтүп турат. Ал өзүнүн анчалык күчтүү болбогон талаасы аркылуу айланасынан өткөн электрондорго бир кыйла байкаларлык аракет кылат: аларды эркин түрдө өткөрүп жиберет, же лампа аркылуу өтүп турган токту начарлатуу менен алардын учушун акырындатат, же электрондорду кайра артка катодду көздөй багыттайт да, лампаны „жаап салат“. Электрондук агымдын бардык ушундай өзгөрүштөрү сетканын электр талаасынын өзгөрүшүнө жараша болот. Бул учурда электрондук агым түтүктөгү суунун агымына окшойт, ал эми сетка кранга окшоп кетет. Мына ошондуктан крандын бир аз гана кыймылы түтүктүн ичиндеги суунун агымынын чукулунан өзгөрүшүн келтирип чыгарган сыяктуу эле, антенна тарабынан кармалган болор-болбос сигналдар радиолампада токтун байкаларлык импульстарын келтирип чыгарат.

Сигналдарды бир нече лампаларда катары менен көп эсе күчөтүүгө болот. Ал тургай жалаң гана күчөтүү менен чектелбейт. Эки электроддуу радиолампалар (сеткасыз) өзгөрүлмө токту түздөгүчтөр болуп, башкача айтканда, детекторлордун ролун аткарып,кыз-

мат кыла алат. Кошумча электроддор менен жабдылган радиолампалар электрондордун агымын айрыкча кылдаттык менен башкарып турат. Акыр аягында, бул приборлордо ар түрдүү электрдик термелүүлөрдү козгоо да анчалык кыйын эмес.

ТРИУМФ ЖАНА КРИЗИС

Окумуштуулардын жана инженерлердин колунда радиолампа техникалык прогресстин кубаттуу куралы болуп калды. Тынымсыз түрдө өркүндөтүү менен радиолампалар бир нече жылдын ичинде бүткүл радиотехниканы жеңип алды. Анын жардамы менен телевидение өнүгө баштады, радиолокация, радионавигация пайда болду, анын катышуусу менен үндүү кино, үндү магнит менен жазуу жана башка көп сандаган эң сонун ойлоп чыгаруулар келип чыкты. Мына ушулардын натыйжасында илимдин жаңы кеңири тармагы болгон *электрониканы* турмушка чакырган чыныгы техникалык революция болуп өттү.

Радиотехниканын келечеги да радиолампалар менен тыгыз байланыштуу боло тургандай көрүнгөн. Бирок, он жылдар өткөн соң, радиолампалар да түбөлүк болбой тургандыгы акырындык менен аныктала баштады.

Түндүк уюлда кыштоо мезгилинде радист араң зорго жөнгө салынган байланышты жоготуп коё турган,— башкача айтканда, мындай учурда кезектеги лампа „отуруп кала турган“. Учкуч самолётту ыксыз кондуруп коё турган,— бул учурда анын радиостанциясынын лампалары самолёттогу титирөөгө туруштук бере албай бузулуп калуучу. Көпчүлүк учурларда радиолампалардын көпкө туруштук бере албагандыгынан ар кандай радиоаппарат керектен чагып калуучу. Радиолампалардын жүздөгөн жана миңдеген сааттарга созула турган иштөө мөөнөтү техниканы канааттандырбай калды. Ошентип, алар барган сайын радиосистеманын ишенимсиз, бат бузула турган элементтерине айлана баштады.

Кийинчерээк радиолампалардын өлчөмдөрү да өтө эле чоң болуп кеткендей көрүндү. Азыркы мезгилдеги кээ бир радиоаппараттарда жүздөгөн, ал тургай бир нече миңдеген радиолампалар талап кылынат эмеспи.

Мындай аппарат өтө эле көп орунду албасын үчүн, конструкторго аны бириктирип жабдуу кыйын болгон.

Мына ушулардын негизинде радиолампаларды кандайдыр бир башка жабдуулар менен—компакттуу жана ишенимдүү приборлор менен алмаштыруу жөнүндө радио инженерлер чындап эле ойлонууга мажбур болушту.

Ошентип, жаңы приборлорду издөө башталды.

БОШТУКТУН КЕРЕГИ ЭМНЕ?

Окумуштуулардын талкуулоолоруна караганда ар кандай лампалуу радиоприёмникте бир-бири менен айкалыштыруу кыйын болгон конструкциялык элементтер: катуу нерселер жана... боштук болууга тийиш. Зымдар, конденсаторлор, чыгырыктар, каршылыктар — мунун бардыгы катуу заттар, алардын бардыгын бекитүүгө, бекемдеп жасоого жана көпкө чыдамдуу кылып даярдоого болот. Ал эми радиолампалардычы? Алардын чыдамдуулугун жогорулатуу үчүн лампалардын баллондорун металлдан, атайын пластмассадан, керамикадан жасашат. Бул, албетте, жардам берет. Бирок анын башкы кемчилиги—боштук мурдагыдай эле калууга тийиш. Ошол боштукта татаал электроддорду орнотуп, катоддун жипчесин кызытууга туура келет. Алдагылардын бардыгы назик, ичке болуу менен, тирөөдөн, силкинүүдөн оолак болууга тийиш.

Ошентип, боштукту алмаштырууга болбогон сыяктанып көрүнөт. Анда электрондук агым күчүнө келип, жеңге салууга мүмкүндүк болгондой, радиолампанын сеткасындагы начар электр талаасынын таасирине дуушар болгондой көрүнөт.

Электрондордун агымын жалаң гана боштукта башкарууга болобу?

Эгерде боштуктун ордуна жарым өткөргүчтүү кристаллды колдонуп көрсө кандай болор эле? Бул учурда, албетте, жарым өткөргүчтүү кристалл аркылуу ток өткөрүп, кристаллдын электр өткөрүүчүлдүгүн сырт жагынан өзгөртүп турууга туура келет. Бирок кандай жолдор менен өзгөртүүгө болот? Бул максатка жетишүүгө болобу?

Мына ушул маселелерди чечүүгө радиотехниканын андан ары карай өнүгүшүнүн тагдыры байланыштуу болгон.

Мына ошентип, О. В. Лосевдин кристаллдардагы күчөткүчтөр жана генераторлор жөнүндөгү идеясы жаңы негизде кайрадан туулган.

Албетте, анын идеясындагы көп нерселер өзгөрүп кетти. Мындай максат үчүн кадимки детекторлорду колдонуу максатка ылайыктуу болбой калды. Алардын берген эффекти анчалык чоң болгон жок. Ошондуктан азыркы мезгилдеги радиолампалар менен ишенимдүү түрдө теңтайлашууга жөндөмдүү болгон кристаллдык приборлорду түзүү зарыл эле.

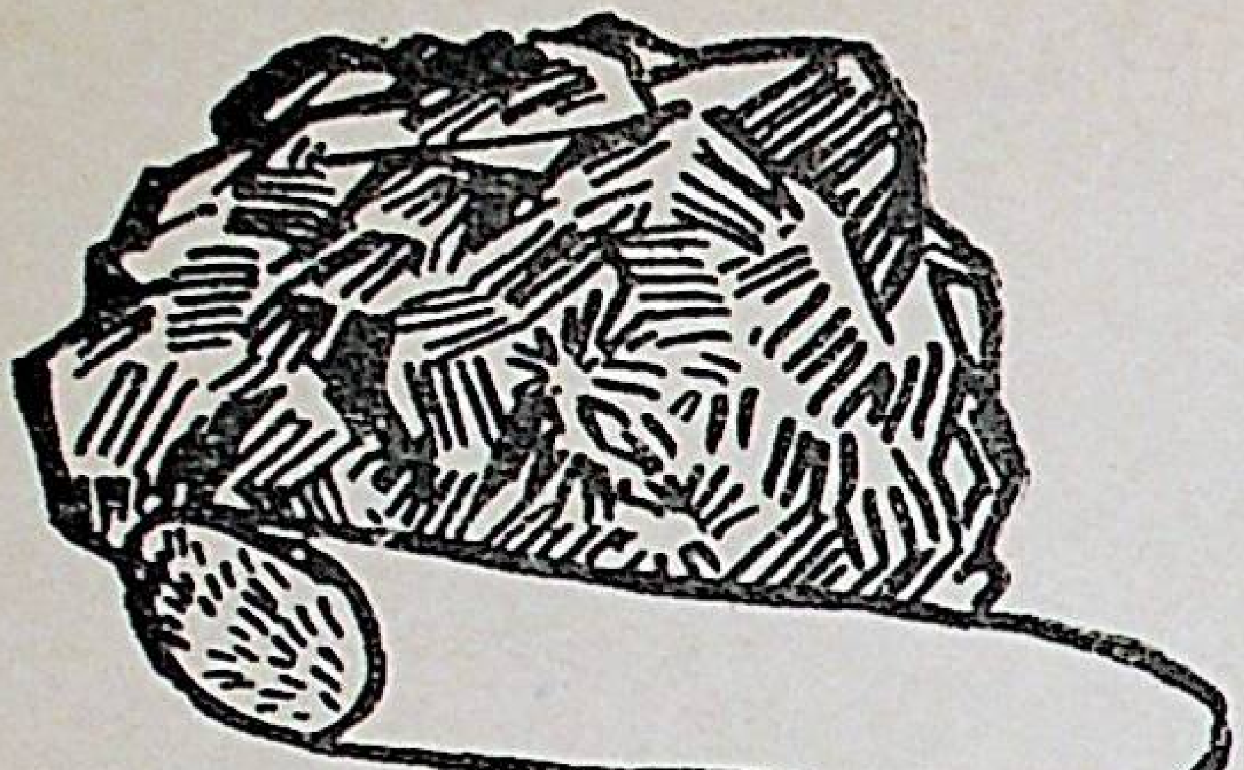
Бул проблеманын чечилүү жолу дароо эле табыла койгон жок. Бул жагынан көп ордунан чыкпаган аракеттер, болжолдоолор болду. Бирок акыр аягында бута жооп табылды: ооба, кристаллдын өткөрүүчүлүгү аркылуу электрондордун агымын башкарууга болот, радиолампалардын ордун алмаштыра турган жарым өткөргүчтүү приборлорду түзүүгө болот. Мындай прибордун теориясын америкалык физик Вильям Шокли иштеп чыкты. Анын мекендештери Бардин жана Браттейн 1948-жылы *кристаллдык триоддор* же *транзисторлор* деп аталган приборлордун биринчи үлгүлөрүн түзүштү.

Бул приборлор кандай түзүлгөн? Бул жөнүндө биз кийинчерээк токтолуп өтөбүз. Азыр баарыдан мурда алар жасала турган материалдар жөнүндө бир нече сөз айталы.

АЛДЫН АЛА АЙТЫЛГАН ЗАТ

Кристаллдык триоддорду көбүнчө германий деп аталган жарым өткөргүчтөн жасашат. Физиканын жана жарым өткөргүчтөрдүн техникасынын өнүгүшүндө зор роль ойногон бул заттын колдонулуштары жөнүндө биз жогоруда айтып өттүк. Муну менен табият таануу илиминин тарыхындагы башка бир кызык кубулуш байланышкан.

1869-жылы Дмитрий Иванович Менделеев өзүнүн атактуу мезгилдик системасын түзгөн кезде германий элементинин бар экендигин эч ким ойлогон эмес. Би-



Кристаллдык элемент германий — өтө маанилүү жарым өткөргүч. Алды жагында — германийдин монокристаллы көрсөтүлгөн.

рок гениалдуу химик нагыз теориялык болжолдоолор менен анын ачылышын алдын ала айткан. Окумуштуу ага өзүнүн көп катардуу таблицасынан орун берип, ал тургай анын негизги касиеттери кандай боло тургандыгын күн мурунтан жазып калтырган. Мезгилдик законго ылайык ошол кезде белгисиз болгон бул зат өзүнүн көп белгилери жагынан ошол кезде белгилүү болгон кремний элементине окшоого тийиш болучу. Мына ошондуктан Менделеев ага экасилиций деген (силиций-кремнийдин латин тилиндеги наамы, ал эми „эка“ деген сөз санскрит тилинде „окшош“ деген маанини түшүндүрөт) шарттуу наам берген.

Андан он алты жыл өткөндөн кийин бул эң сонун алдын ала айтуу ордунан чыкты. Немецтик изилдөөчү Винклер жаратылыштагы минералдардын биринен экасилицийди таап, ага өзүнүн родинасынын наамын берген. Бул илимий ойдун чыныгы салтанаты болгон.

„Мезгилдүүлүк жөнүндөгү окуунун тууралыгын далилдөө үчүн, — деп жазган Винклер, — мындан да аныгыраак далилди табууга болор бекен... Бул таймаңбас теориянын жөнөкөй гана далилдениши эмес; мында биз... таанып-билүү жагынан кубаттуу кадам жасадык“.

Жаңы табылган элемент адегенде практикалык жактан дээрлик колдонулган жок. Көп убакытка чейин анын бозомтук тартып күмүштөй жылтылдаган кристаллдары химиялык коллекцияларда уникалдуу экспонаттар болуп гана кызмат кылды. Ошондой болсо да, акыркы жылдардын ичинде германий техникадагы өтө маанилүү материал болуп калды. Кристаллдык приборлордун негизи болуп калгандан кийин, башкача айтканда, радиолампаларды алмаштыра баштагандан кийин анын даңкы ого бетер жогорулады.

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧ-КҮЧӨТКҮЧ

Мына, биздин алдыбызда — германийден жасалган триод, эштукту алмаштыра турган кристаллча, радиолампанын өйнек түтүгүнүн ордуна колдонула турган прибор жатат. Ал чоңдугу буурчактай болгон кичинекей козу карынга окшоп кетет. Анын бөркүнөн үч зым чыгарылат.

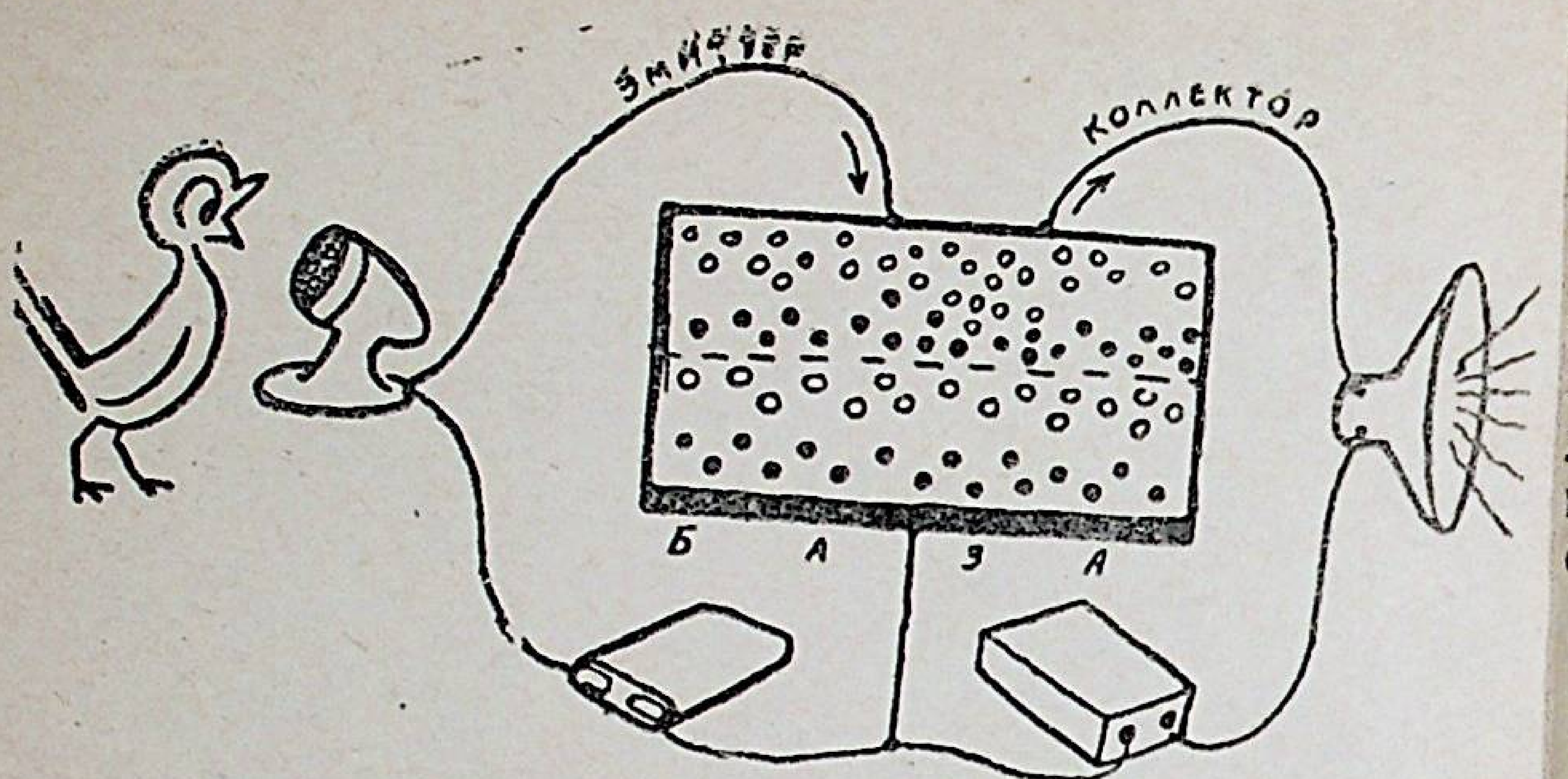
Жарым өткөргүчтүү триоддор. Алар радиолампадан канчалык кичине!

Эгерде бул прибордун ичин ачып көрсөңөрал тургай ушунчалык кичинекей прибордун көлөмүнүн басымдуу көпчүлүгү анын корпусу, сырткы катмары боло тургандыгына көзүңөр жетип ишенесиңер. Ал эми кристаллдын өзү ага караганда ондогон эсе кичине болот.

Бул прибордун кандай түзүлгөндүгүн, электрондордун агымын кантип башкара тургандыгын талдап көрөлү.

Бази деп аталган металл койгучта электрондук өткөргүчтүккө ээ болгон германийдин кристаллдык пластинкасы орнотулган. Кристаллдын жогорку учунда атайын иштетүү аркылуу тешикчелүү өткөргүчтүгү бар аймак түзүлгөн. Тешикчелүү жана электрондук аймактардын ортосунда ушундай учурларда жабылуучу катмар пайда болот. Кристаллдын үстүнкү бетине платинадан жасалган эки ичке зымдын учтары бириктирилген. Алардын бири *эмиттер* деп, экинчиси — *коллектор* деп аталат.

Эмиттер, коллектор жана база, — кристаллдык күчөткүчтүн үч электроду болот. Алар катодго, анодго жана радиолампанын сеткасына туура келет. Бирок



Жарым өткөргүчтүү триоддун схемасы.

күчөткүч схемага кристалл радиолампа сыяктуу кирги-
зилбейт.

Башкаруучу сигналдардын булагы база менен эмит-
тердин ортосуна туташтырылат. Муну туташтырган
кезде жабылуучу катмар башкаруучу сигналдарга тос-
коолдук болбогондой кылып туташтырат (сигналдар-
дын электр талаасын жабылуучу катмардын электр
талаасына каршы багыттайт).

Башкарыла турган жогорку чыңалуудагы токтун
булагын каршылык аркылуу коллекторго жана базага
бириктиришет. Жабылуучу катмар токту өткөрбөсүн
үчүн, аны карама-каршы багытта ишке киргизишет.

Схема даяр болду. Эми башкаруучу сигналды бе-
ребиз.

Эмиттердин зымы аркылуу кристаллчанын тешик-
челүү аймагына электр талаасынын импульсу берилет.
Ал жабылуучу катмарды тешип өтүп, өзү менен бир-
ге тешикчелерди да ээрчитип жөнөйт. Мына ошентип,
тешикчелер эмиттер аркылуу кристаллчанын электрон-
дук аймагына чачылган сыяктанат. Алар кристаллда
бир аз убакыт адашып жүргөн соң, коллектордун зы-
мынын алды жагына барып калууга үлгүрөт. Ал эми
жабылуучу катмарда көз ирмегенчелик убакытка те-
шикчелер өтө көп боло калган кезде, ал жогорку чыңа-
луудагы ток үчүн да, башкача айтканда, база менен кол-

лектордун ортосуна туташтырылган жогорку чыңалуу-
дагы ток үчүн да өткөргүч болуп калат. Мына ушул
токтун түрткүсү „тыюу салынган“ багытта жабылуучу
катмар аркылуу өтүп кетет. Бул абал прибордун тыш-
кы чынжырынын абалына ошол эле замат таасир көр-
сөтөт. Анда күчөтүлгөн сигнал пайда болот. Кристалл-
дагы эмиттер менен коллектордун зымдарынын учтары
канчалык жакын орноштурулган болсо, пайда болгон
сигнал ошончолук күчтүүрөөк болот.

КРИСТАЛЛДАРГА ЖОЛ АЧЫЛДЫ

Ошентип, биз кристаллдын жардымы менен начар
электр сигналын күчөтүп, бул ишти радиолампасыз эле
аткардык. Кристалл ишенимдүү болот. Ал катуу жана
бекем. Ал сынбайт, айнек баллону сыяктуу талкала-
нып калбайт.

Германий кристаллдарын атайын иштетүүдөн өткө-
рүү менен жарым өткөргүчтүү жалпак триоддор деп
аталган приборду түзүүгө болот. Бул прибордо кристалл
электрондук жана тешикчелүү өткөргүчтүктүн бир кый-
ла ири үч аймагына бөлүнгөн.

Жалпак триоддор ичке зымдарды киргизүүнү талап
кылбайт, ошондуктан алар бир кыйла бекем болот да,
көпкө чейин иштейт. Мындан тышкары алар өздөрү
аркылуу бир кыйла көп сандагы токту өткөрүүгө жөн-
дөмдүү болуп, туруктуу иштейт.

Жарым өткөргүчтүү күчөткүчтөр дагы бир эң сонун
касиети менен—үнөмдүүлүгү менен айырмаланат. Алар
иштеген кезде катодду кызытуу үчүн, күчтүү электр
талаасын түзүү үчүн энергия сарып кылуунун зарылдыгы
болбойт. Эгерде радиолампанын пайдалуу аракет коэф-
фициенти проценттин үлүштөрүн гана түзө турган бол-
со, ал эми кристаллдык триоддордун пайдалуу аракет
коэффициенти 50—60 процентке жетет.

Бул жагынан зор утуш алынат. Ошондой болсо да
жарым өткөргүчтүү приборлордун да кемчиликтери бар.
Ичине киргизилген ичке зымдар жана электроддор-
дун ортосундагы аралыктын кичинелиги,—мына ушу-
лардын бардыгы кристаллдык триодду өтө эле тез бо-
луп турган электрдик термелүүлөрдү күчөтүүгө жөн-
дөмдүү кылып, өтө тез аракет кыла турган приборго

айландырууга тийиш эле. Ал эми чындыгында мындай болбой, тескерисинче болот. Катуу затта, башкача айтканда, кристаллда электрондор радиолампанын боштугундагы сыяктуу анчалык эркин болбойт. Алар өздөрүнүн кыймыл багытын өзгөртүү жагынан кеңири мүмкүндүктөрдөн пайдалана албаган сыяктанат, ошондуктан азыркы мезгилдеги радиотехникада өтө маанилүү болгон электрдик термелүүлөрдүн өтө жогорку частоталарын кристаллдык приборлор азырынча өздөштүрө албайт.

Көп өлкөлөрдө физиктер жарым өткөргүчтүү жабдууларды бир кыйла „шамдагай“, тез аракет кылуучу приборлорго айландырууга умтулуп жатышат, бул жагынан кээ бир ийгиликтерге жетишилди. Мисалы, сырткы бети электрондук өткөргүчтүккө, ал эми кристаллдын өзү тешикчелүү өткөргүчтүккө ээ болгон триоддор жетиштүү түрдө „шамдагай“ иштейт. Бул учурда эмиттер жабылуучу катмарга электрондорду чачат, ал эми электрондор болсо, тешикчелерге караганда эки эсе дээрлик кыймылдуураак келет. Ошонун натыйжасында биз айтып өткөн процесстер бир кыйла тезирээк ишке ашырылат. Мына ушундай типтеги азыркы кристаллдык триоддор ар бир секундада он миллионго жакын электрдик термелүүлөрдү күчөтүүгө үлгүрөт.

Бул приборго караганда бир кыйла өркүндөтүлгөн кристаллдык күчөткүчтөр—түрдүү өткөргүчтүккө ээ болгон жарым өткөргүчтүү төрт аймагы бар *тетроддор* да пайда болду. Кристаллдардын ичинде—аракетинин тездиги жагынан бул рекордсмен болуп эсептелет. Алар бир секунданын ичинде ондогон, жүздөгөн, ал тургай миңдеген миллион электрдик термелүүлөрдү козгойт же күчөтөт. Ал эми мындан да тезирээк болгон термелүүлөр азырынча калып олтурат, кебетеси, алар вакуумдук электрониканын тармагы болуп калат окшойт.

Жаңы приборлордун мындан башка да кемчиликтери бар. Кристаллдарды колдонуу менен азырынча чоң кубаттуулуктагы аппаратураны жасоого болбой жатат. Германий ысыган кезде өзүнүн касиеттерин күчтүү түрдө өзгөртүп жиберет. Германийден жасалган күчөткүчтөр температуранын жогорулашына кыйындык менен туруштук берет. Мына ошондуктан кийинки мез-

гилдерде кристаллдык приборлорду кремнийден көбүрөөк жасай турган болушту. Алар бир кыйла туруктуу келет.

Мында кызыктуу бир айланын табылышы мүмкүн экендиги ырас: кичинекей кристаллдык күчөткүчтөрдү ошондой эле жарым өткөргүчтөн жасалган кичинекей электр муздаткычтарынын ичине орнотуу керек (бул жөнүндө силер „Коромжусуз жылуулук үчүн“ деген главадан окудуңар). Ушундай тажрыйбалар жасалып, жакшы натыйжаларды берип жатат.

Ошондой болсо да, этияттыктын ар кандай чараларына карабастан, көзгө көрүнбөгөн себептердин натыйжасында кристаллдык күчөткүчтөр күтүлбөгөн жерден өздөрүнүн касиеттерин өзгөрткөн учурлар болот. Бир типтеги приборлор ар дайым эле бирдей иштебейт. Мунун себеби—жарым өткөргүчтүү жабдуулардын өзгөчөлүгү азырынча жетиштүү түрдө изилденбегендигинде, алардын өндүрүшүнүн технологиясы акырына чейин иштеп чыгылбагандыгында турат. Мына ошондуктан, бардык жерде радиолампалар дароо эле жарым өткөргүчтөр менен алмашылат деп ойлоо натуура болор эле.

Жарым өткөргүчтөр вакуумдук электрониканын өнүгүшүндө да өтө пайдалуу болуп эсептелет. Жарым өткөргүчтөрдөн радиолампалар үчүн электрондордун зор эффективдүү булактарын, сымап түздөгүчтөрүндө разрядды пайда кыла турган жабдууларды жана башка көп приборлорду иштеп чыгарышат. Жарым өткөргүчтүү жана вакуумдук приборлордун ортосунда душмандык эмес, достук мелдеш кеңири жайылып жатат.

Бул эки тармактын алдында чоң изилдөө жумуштары, жаңы системаларды издөө, жаңы конструктивдүү маселелерди чечүү жумуштары турат. Вакуумдук электроника эң сонун жаңылыктар менен байып жатат. Ошону менен бирге жарым өткөргүчтүү радиоприборлор да ар жыл сайын өркүндөтүлүп жатат. Окумуштуулардын, инженерлердин, радио сүйүүчүлөрдүн зор армиясы өздөрүнүн эмгектери менен кристаллдарга жол ачып, тынымсыз иштеп жатышат.

МИКРОСКОПТУН АЛДЫНДАГЫ ӨНДҮРҮШ

Кристаллдык прибордо бардыгы компакттуу жана жөнөкөй болот. Бирок, бул жөнөкөйлүк оңою менен эле ишке ашырыла койбойт. Кичинекей жарым өткөргүчтүү күчөткүчтү жасоодо өтө кылдат эмгек керек кылынат.

Адегенде германий болванкасын атайын станокто алмаз араасы менен жука пластинкаларга ажыратып араалайт. Алар ушунчалык кичине болгондуктан, колго кармап көрүүгө болбойт. Ошондой болсо да, аларды сортко бөлүп, химиялык эритме менен тазалашат. Микроскоп менен карап, кристаллчага көзгө дээрлик көрүнбөй турган зымдарды туташтырышат, ал эми карама-каршы учтарын андан бир аз жоонураак зымдарга туташтырышат. Андан кийин приборду сактай турган лак менен каптап, айрыкча бир пластмасса толтурулган корпуска орнотушат. Мында кээ бир операцияларды абасыз чөйрөдө аткарууга туура келет, ал эми жыйноонун тууралыгын электрдик өлчөөлөр менен улам-улам текшерип турууга мүмкүндүк болот. Бирок, муну менен эле иш бүтө койбойт. Жарым өткөргүчтүү күчөткүч биротоло даяр болсун үчүн, дагы бир кыйла убара болууга туура келет.

Мына ушундай кылдаттык менен аткарыла турган жумуштардын бардыгы дээрлик кол менен иштелет. Жарым өткөргүчтүү радиоприборлорду жыйноочулар канчалык зор тажрыйбалуу, кылдат устаттыкка ээ болгон адамдар болууга тийиш экендигин көз алдыга келтирүү оңой.

Азыркы мезгилде инженерлер жана окумуштуулар кристаллдык диоддор менен триоддордун өндүрүшүн механизациялоо, ал тургай автоматизациялоого умтулуп жатышат. Ушул максаттарда алмаз араасынын ордуна германий менен кремнийди кесүү үчүн ультра үндү колдоно баштады. Ультра үндүн генераторунун тез вибрациялоочу стерженинин учуна бириктирилген коркунучсуз устаранын мизи бычак майга киргендей эле морт кристаллга кирип кетет. Ал эми кристаллдык жарым өткөргүчтү кадимки жол менен иштетүү, кургатылган нандан оймо-чиймелүү жылдызды араалап жасагандай эле кыйын болот. Ультра үн мында матери-

алдарды үнөмдөйт (кристаллдын таарындысы бир кыйла аз түшүп, кымбат баалуу алмаздын кереги болбой калат), ишти тездетет, ал эми эң башкысы—аны механизациялоого мүмкүндүк берет.

Мындан башка да кристаллдарды электрохимиялык жактан иштетүүнүн оригиналдуу жолу колдонулат. Жарым өткөргүчтүү жалпак триоддордун кээ бир түрлөрү үчүн германийдин өтө эле жука пластинкасын (0,005 миллиметр) алууга туура келет. Эч кандай механикалык жол менен мындай жука пластинканы алууга болбойт. Бирок буга да айла табылган.

Германийдин кристаллдык пластинкасынын эки тарабынан жукартып кетүүчү эритменин жука агымын багытташат. Алар ошол эле маалда зымдардын да ролун аткарат: алар аркылуу жарым өткөргүчтүн катмары менен батарейкадан алынган электр тогу өткөрүлөт. Бир жарым—эки минутада ушул электрохимиялык жол менен кристалл жукартылат. Германий пластинкасынын эки тарабынан чуңкурлар пайда болот да, ошол эки чуңкурдун ортосунда жарым өткөргүчтүн өтө жука плёнкасы калат.

Андан кийин плёнканын бетин ушундай эле электрохимиялык жол менен металлдын катмары менен капташат.

Ушундай жол менен иштелип жатканда эритменин агымындагы токтун күчүн жана жарым өткөргүчтөгү токтун күчүн өтө тыкандык менен тынымсыз түрдө жөнгө салып туруу талап кылынат. Мындай жөнгө салып туруу ишин германий пластинкасына багытталган жарык шооласы аркылуу жүргүзүшөт. Бул жарым өткөргүч жарык кылынганда өзүнүн өткөргүчтүгүн бир кыйла жогорулата тургандыгы белгилүү. Ага жарык көп жиберилгенде—пластинканын электр өткөргүчтүгү көбөйөт; демек, ал аркылуу агып жаткан ток жана жукартып жаткан эритменин агымы да көбөйөт.

Жалпак триоддорду өндүрүүдө диффузия кубулушун да колдонушат,—бул кубулуштун мааниси бир заттын атомдорунун экинчи затка акырындык менен кирип калышында болот.

Кристаллдык радиоприборлорду даярдоонун мындан башка да таң каларлык жолдору сунуш кылынат.

Кээ бир окумуштуулар, түрдүү катмарлары бар

кристаллдарды жасоого болот деп эсептешет. Бир катар адистердин пикири боюнча кичинекей эле бир кристаллчада бүтүн бир радиоэлектрондук системаны түзүүгө болот,—эритмелерден химиктер кадимки кристаллдарды көптөн бери карай эле алып келе жаткан сыяктуу бүтүн бир радиоэлектрондук системаны түзүүгө болот. Колбада же тигелде химиялык жол менен жасалган радиоприемник келип чыгат! Мындан да таң калардык нерсе болобу?

Кристаллдык күчөткүчтөрдү жыйноодо колдонула турган өзүнчө бир машина-юбелирлер пайда болууда. Техника жарым өткөргүчтүү приборлордун өндүрүшү чынында эле массалык болушун карай, алар ого бетер кичинекей болушун карай багыт алып бара жатат. Азыркы мезгилде инженерлер чоңдугу балдардын оюнчук кубигине окшогон *миңдеген* кристаллдык триоддору бар матрицаларды түзүү жөнүндө олуттуу түрдө сүйлөй башташты. Жалаң гана сүйлөп тим болбостон, ушул проблема боюнча талыкпай иштеп жатышат.

ЖАҢЫ МИЛДЕТТЕР

Зор ачылыш эч качан өзүнчө бөлүнүп калбайт. Ал жаңы милдеттерди коюп, өзүнө жанаша турган илимдин тармактарында жаңы ойлоп чыгаргыч пикирлерди пайда кылат. Радиотехникага жарым өткөргүчтөрдү киргизүүнүн мисалынан бул айрыкча жакшы көрүнөт. Кристаллдык күчөткүчтөрдүн биринчи үлгүлөрү түзүлөр замат эле радио аппараттардын өлчөмдөрү чукулунан кичирейтиле тургандыгы ачык болду. Бирок ошол эле замат: антенна кандай болот?—деген суроо туулду. Кантип эле ал мурдагы узун бойдон калсын? Же айталык, индукциялык чыгырыктар, конденсаторлор кандай болот? Эгерде алардын өлчөмүн кичирейтпей турган болсо, тетиктердин өлчөмдөрү жагынан гана эмес, ошондой эле техникалык деңгели жагынан да диспропорция келип чыгат. Чынында эле зым оролгон чоң чыгырыкты кичинекей, жөнөкөйлүгү жана өркүндөтүлүшү жагынан идеалдуу болгон жарым өткөргүчтүү күчөткүчтүн жанына коюу—бул метрополитендин поезддерин шам менен жарык кылуу дегендикке барабар болор эле. Ошондуктан бардык радио тетиктерин

кайра өзгөртүү, бүткүл практикалык радиотехниканы кайра куралдандыруу милдети коюлду.

Мында да жарым өткөргүчтөр жардамга келди. Биринчи кезекте *ферриттер* деп аталган материалдар жардамга келди.

Така түрүндөгү магнитти ар бириңер көргөнсүңөр. Аны силер радионун катуу сүйлөгүч аппаратынан, ар кандай электрогенератордон, автомобилдин магнетосунан таба аласыңар. Туруктуу магниттердин бир олуттуу кемчилиги бар,—алар өтө эле оор болот. Аларды жеңилдетүү үчүн металлды изилдөөчүлөр атайын сплавдарды иштеп чыгышты. Бул сплавдардын кээ бири өтө баалуу. Бирок металлды баары бир өтө жеңил кыла албайсың.

Металл магнит материалдарынын дагы бир өзгөчөлүгүн белгилеп өтөбүз: алар электр тогун мыкты өткөрүшөт. Бул касиет бир катар учурларда пайда келтирет. Мисалы, жогорку частоталуу чыңоодо пайда келтирет. Өзгөрүлмө талаа металлдагы электрондорду кубалайт, ошондо электр тогунун куюндары пайда болуп, алар температураны тезинен жогору көтөрөт. Мында ушул талап кылынат. Ал эми башка бир учурларда металлдын ысып кетиши зыяндуу болот.

Мисалы, трансформатордун өзөгүн алып көрөлү. Аны эч убакта ысытууга болбойт. Буга ашык энергия сарып кылынат эмеспи. Анын үстүнө куюндуу токтор магнит металлына тез магниттелүүгө жана магниттик касиетинен тез кутулууга мүмкүндүк бербейт, ушундай процесстерге тоскоолдук кылат. Ал эми азыркы кездеги радиоаппараттарда „шамдагай" магниттик заттар көп учурларда өтө зарыл болот.

Куюндуу токтордон кутулуу үчүн электриктер жана радиотехниктер көп эмгек кылышты. Трансформаторлордун өзөгүн, дросселдерди, чыгырыктарды изоляциялоочу лак менен капталган жука темир пластинкаларынан жыйноону чечишти. Ичине темир таарындылары толтурулган изоляциялык массадан да ушундай өзөктөрдү жасай турган болушту. Бул бир аз пайда келтирди, бирок мындан да көбүрөөк пайда келтириши талап кылынды. Электр тогун дээрлик өткөрбөгөн жеңил магниттик заттарды табуу эң сонун болор эле. Ферриттер мына ушундай заттардан болуп чыкты.

КЕРАМИКАЛЫК МАГНИТТЕР

Ферриттердин сырткы көрүнүшү анчалык таң каларлык эмес. Кара сур келген күңүрт пластинкалар, шакекчелер, стержендер. Алар жаратылышка кеңири таралган кадимки эле заттардан—темирдин жана башка кээ бир металлдардын окислдеринен жасалган. Магнетит деген кадимки руда да ушуларга кирет.

Өткөн кылымда эле химиктер ушул сыяктуу биригүүлөрдүн составын, алардын ички структурасын, негизги касиеттерин билишкен. Ошол мезгилде алардын адамга бере тургандарынын бардыгын илим алда качан эле алган сыяктанып көрүнгөн.

Бирок чынында башкача болуп чыкты. Мындан бир нече жыл мурда физиктер ферриттерди изилдей башташты. Алар ферриттерди порошок түрүндө талкалап, ар түрдүү пропорцияларда аралаштырып, пресстеп, күйгүзүп жана кактай баштады. Ошол учурда эгерде мындай материалдарды атайын жол менен иштете турган болсо, электрдик касиеттердин магниттик касиеттер менен өтө ар түрдүү жана баалуу айкалыштарына ээ боло тургандыгы аныкталды.

Ферриттердин арасында начар магнит талаасына коюлганда көз ачып жумганча магниттеле турган, ошондой эле магнит талаасынын өзгөрүшүнө жараша магниттелишин тез өзгөртө турган материалдар бар. Ушундай материалдан жасалган стерженге оролгон зым эң сонун антенна болуп кызмат кыла алат.

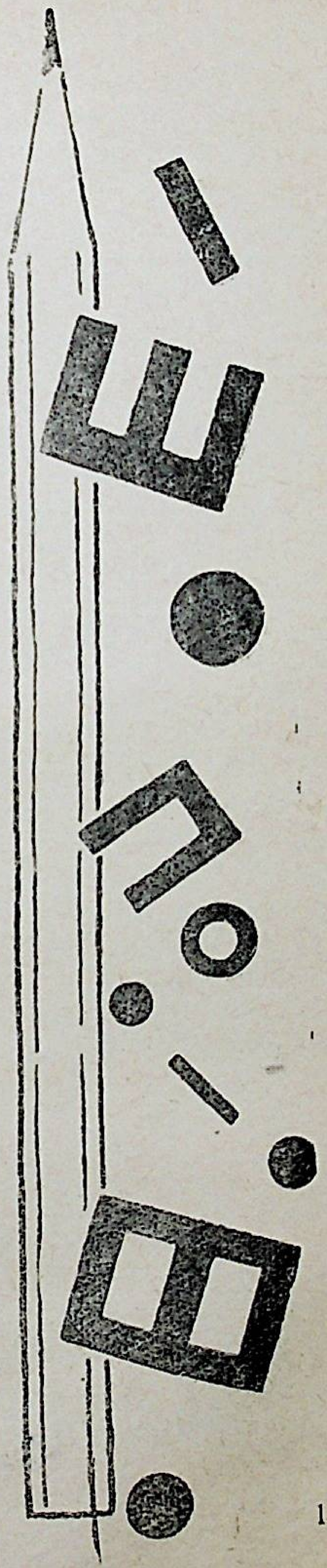
Мындай стержендерди азыр көп сандаган жаңы радиоприёмниктерден жана телевизорлордон көрүүгө болот. Антенна ушунчалык кичине болгондуктан, аны түздөн-түз эле приёмниктин корпусуна бекитип коюшат. Мисалы, „Дорожный“ деген приёмник узундугу карандаштай болгон антенна менен жабдылган. Ал узундугу бир нече метр болгон металл зымынын ордун алмаштырат. Магниттүү феррит антеннасы ал тургай ширенкедей да боло алат!

Чыгырыктар, трансформаторлор, дросселдер үчүн жасалган феррит өзөктөрү радиотехниканын эң сонун белеги болот. Мындай өзөк болгон соң, куюндуу токтор менен күрөш жүргүзүүнүн, өзгөрүлүп магниттелүүнүн тездиги жөнүндө кам көрүүнүн зарылдыгы бол-

бой калат. Электр тогун өткөрө турган заттан жасалган кичинекей спираль миниатюрдук антенналарды ж. б. жабдууларды жасоого болот. Кисточка менен феррит пластинкасынын үстүнө жабыштырылып (башкача айтканда тартылып), приёмникте зымдардан турган чоң индукциялык чыгырык аткара турган милдетти аткарарына ишенүү кыйын.

Албетте, жаңагы спиралды тартуу менен бирге, ошондой эле басмага басып чыгарууга да болот. Бириктирүүчү зымдарды да, каршылыктар сыяктуу тетиктерди да (каршылыктарды азыр учтуу учталган карандаш менен кагазга коюлган точка сыяктуу өлчөмдө жасоого мүмкүндүк болду) басмага басып чыгаруу кыйын иш эмес. Акыр-аягында конденсаторлорду да басып чыгарууга болот, бирок аларды ферритке эмес, башка заттардан — сегнето - электриктерден, мисалы, *барийдин титанаттары* деп аталган заттардан жасалган пластиналарга басууга болот.

Барийдин титанаттары жана ошого окшогон башка заттар—булар да азыркы замандагы радиотехниканын эң сонун материалдары. Мындан бир нече жыл мурда булардын баалуу касиеттерин советтик физик, СССР илимдер Академиясынын мүчө-корреспонденти Б.М. Вул ачкан. Бул материалдарды колдонуу менен, вариконддор деп аталган кичинекей конденсаторлорду—таң каларлык касиеттери бар



конденсаторлорду, радиоаппаратураны бир кыйла жөнө көйлөштүрө турган миниатюрдук антенналарды ж. б. жабдууларды жасоого болот.

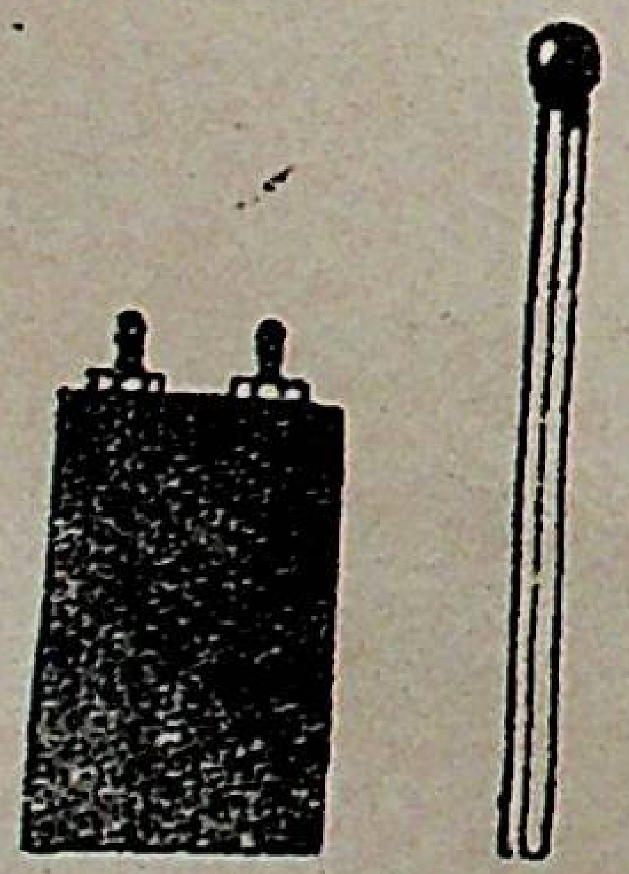
Кристаллдык диоддор менен триоддорду, феррит тетиктерин, вариконддорду өндүрүшкө киргизүү татаал радиосистеманы да, башкача айтканда, бүтүн бир радио бергичтерди же радиоприёмниктерди өлчөм жагынан өтө эле кичирейтүүгө боло тургандыгын көрсөттү. Открыткалар же почталык маркаларды басып чыгаргандай эле аларды да бүтүн бойдон өзүнчө бир басма каналык жол менен түзүү мүмкүндүгү ачылып олтурат.

КРИСТАЛЛДАРДЫ ЭНЕРГИЯ МЕНЕН КАМСЫЗ КЫЛУУ

Ар кандай радиоаппаратты энергия менен камсыз кылып туруу керек. Үйдөгү иштей турган приёмникке ондогон ватт энергия сарып кылынат. Бул энергияны жарык берүүчү тармактан, батареялардан, ал эми акыркы мезгилдерде бизге тааныш болгон термоэлектрогенераторлордон алышат.

Эгерде радиоприёмниктердин өлчөмү почталык маркадай болуп, пиджактын өңүрүнө жөн эле тигилип коюлса, кандай болот? Мындай радиоприёмниктерди да тармакка туташтырууга же оор салмактуу батареяларга бириктирүүгө туура келер бекен?

Жок, жарым өткөргүчтүү миниатюрдук радиоаппараттар үчүн энергиянын мындай булактарынын кереги болбойт. Азыркы мезгилдеги радиоаппаратураларга караганда мындай кичинекей радиоаппараттар үчүн энергия ондогон, жүздөгөн, ал тургай көп миңдеген эсе аз



керек кылынат. Мына ошондуктан ал үчүн кичинекей гана батарейка жетиштүү болот. Мындай батарейкаларды азыр бир кыйла сыйымдуу жана көпкө чыдамдуу кылып жасоону үйрөнүштү.

Мындай батарейкалардын бирөө сүрөттө көрсөтүлгөн,—ал бир тал ширеңкеден эки эсе кичине. Анын салмагы—беш грамм, иштөө мөөнөтү—1 жылдан ашык. Чоңдугу топчудай болгон жана иштөө мөө-

батарейкалар да бар.
нөтү эки жылга созула турган
Ошондой эле кичинекей аккумуляторлор да жасала баштады.

Атомдук батарея деп аталган прибор бир кыйла кызык. Анын тынымсыз иштөө мөөнөтү—жыйырма жылдан ашыгыраак.

Атомдук батарея өзүнүн түзүлүшү жагынан жарым өткөргүчтүү вентилдик фотоэлементке окшоп кетет, бирок анда энергиянын булагы болуп жарык эсептелбестен, радиоактивдүү шоолаландыруу эсептелет. Айрыкча иштетүү менен электрондук жана тешикчелүү аймактар түзүлгөн кремнийдин кристаллына радиоактивдүү стронцийдин—атомдук казандан оңой эле алына турган заттын катмары түшүрүлгөн. Ажыроо процессине дуушар болуу менен стронцийдин атомдору бета-шоолалар деп аталган шоолаларды чыгарат, башкача айтканда, жөн гана электрондордун агымын чыгарат.

Бул электрондордун ар бири жарым өткөргүчкө барып тийүү менен, андан өткөргүчтүктүн эки жүз миңге жакын электрондорун бошотот.

Мындай батареяны радиоприёмник жасалып жаткан кезде ага кошо орнотууга болот, ал приёмник эскирип калганга чейин иштеп бере алат (приёмникти жыйырма жылдын ичинде эскирет деп эсептөөгө болот).

Жарым өткөргүчтүү радиоаппараттарга кээ бир учурларда батареялардын таптакыр кереги жок болуп калат. Энергияны аларга вентилдик фотоэлементтер—жарыкты кармоочулар бере алат. Жакында эле америкалык бир фирманын инженерлери тарабынан кристаллдык төрт күчөткүчү бар чөнтөккө салып жүрө турган „Күн" радиоприёмниги түзүлгөн. Аны белгилүү убакытка чейин жарыкка кармап турган соң, андан кийин ал приёмник толук караңгылыкта беш жүз саатка чейин иштей алат. Бул приёмниктин салмагы—280 грамм.

Акыр-аягында радиону сүйүүчүлөр радиоаппаратты батареясыз энергия менен камсыз кылуунун дагы бир таң каларлык жолун ойлоп табышты. Жарым өткөргүчтүү кичинекей радиостанцияга электр энергиясын адамдын үнү—радио аркылуу бериле турган адамдын үнү берип тура алат.

Силер микрофонго сүйлөйсүңөр. Анда силердин үнүңөр электр тогунун импульстарына айланат. Пайда бол-

гон пульсациялоочу токтун энергиясынын белгилүү бир үлүшү күчөтүлүп жана радиотолкундарына айлануу үчүн радио берүүчү аппаратка барат. Ал эми микрофондогу токтун башка бир үлүшү атайын жабдууда тегизделип, ушул эле радио бергич аппаратты энергия менен камсыз кылууга жумшалат, ошону менен бирге радио сигналдарынын жоопторун кабыл алуучу приёмникти да энергия менен камсыз кылат. Бул учурда үн жарым өткөргүчтүү кристаллчалардын жардамы менен өзүн-өзү радио толкундарына айландырган сыяктанат. Бул системанын бардыгы өтө эле компакттуу келет: радиостанция микрофондун корпусуна батып кетет.

МИКРОРАДИОТЕХНИКА

Радио инженеринен—жарым өткөргүчтөрдүн демилгечисинен мындай деп сурап көрөлү:

—Кристаллдардын жардамы менен жасала турган радиоаппараттардын өтө эле кичинекей өлчөмү кандай болууга тийиш?

Муну укканда инженер ийнин куушуруп коёт:

—Чоңдугу буудайдын данындай болгон радиоприёмник жөнүндөгү кабарды укканда биздин күндөрдөгү адистер ага таң калбайт!

Бул укмушка, илимдин бул таң каларлык жетишкендигине кубануу менен, биз ошол эле учурда аны практикалык жактан колдонуунун мүмкүндүгү жөнүндө эриксизден ойго батабыз. Эгерде сөз чоңдугу буудайдын данындай болгон приёмник жөнүндө жүрүп жаткан болсо, мындай суроо туулат: буга окшогон микроскоптук радиоаппараттын деги кандай кереги бар? Аны менен кумурсканын уясын радиолоштурмак белек, өзүнүн сырткы көрүнүшү Лесковдун „Левша“ деген аңгемесинде жазылган болот бүргөгө окшогон немени кандай колдонула тургандыгы таң каларлык. Ачкыч менен бурап койгондо бийлей баштаган кичинекей „бүргөнү“ эсиңерге түшүргүлө. Эгерде жогоруда айтылып өткөн кичинекей радиоаппарат Лесковдун ошол бүргөсүнө окшой турган болсо, андан кандай пайда болмок? Эч кандай пайда болмок эмес.

Албетте, жарым өткөргүчтөрдөгү радиотехника радиоаппаратураларды мүмкүн болушунча чегине че-

н кичирейтүүгө таптакыр эле умтулбайт. Милдет, диоаппаратуралардын өлчөмүнүн кичинелиги жагын рекорд коюуда болбостон, өтө эле өркүндөтүлгөн абдууларды ылайыктуу көлөмдөргө батырууда турат. Өркүндөтүлгөн аппараттар кандай? Чоңдугу портсирга окшогон татаал радиоприёмник азыр көп учурайт. илер аны чөнтөгүңөргө салып жүрүп, троллейбус меен кызматка бара жаткан жолуңарда радио берүүлөрү уга бересиңер. Кристаллдардын жардамы менен жаалган кабыл алуучу жана берүүчү радиоустановканы ширеңкенин кутусуна батырууга болот. Бул спорт үчүн өтө ыңгайлуу болот. Самолёттон биринчи жолу секирен парашютист жерди көздөй түшүп келе жатканда, жерде турган өзүнүн тажрыйбалуу жолдошу менен сүйлөшүп, анын кеңештерин угууга мүмкүнчүлүк алат. Тренер мына ушундай радиоустановка аркылуу лыжачыга, сүзүүчүгө, чуркоочуга көрсөтмөлөрдү берип турат.

Мындай миниатюралык радиостанциялар курулуш ишинде канчалык пайдалуу болот! Курулушчулардын бригадири көтөрүүчү крандын машинисти менен тынымсыз байланышып турууга мүмкүндүк алат. Бул учурда мурдагыдай кыйкыруунун зарылдыгы болбой калат, „Майна“, „вира“ деген кыйкырыктар угулбай калат, рупорлордун да кереги болбойт.

Андан ары карай жаңы мүмкүндүктөр ачыла баштайт. Келечектеги телефондук аппаратты көз алдыңарга келтирип көргүлө. Бул аппарат чөнтөккө салып жүрө турган кичинекей пластинка болот, же бир тарабынан—микрофон, экинчи тарабынан—эмен жыгачынын жаңгагы сыяктуу кулакка такап уга турган аспап менен атайын жабдылган авторучка болот.

Кечинде силер өзөндүн жээгинде сейилдеп жүрөсүңөр, бир маалда чөнтөгүңөрдөн ышкыргандай үн угулат. Бул чакырып жаткан белги болот. Көрсө, Кавказ кырка тоолорунун үстүнөн учуп бара жаткан сенин бир тууганың самолёттун канатынын алдынан өтүп жаткан жерлердин кооз көрүнүштөрүн сага айтып берүүнү каалаган экен. Андан кийин үйгө келе жатканында дагы чакырык угулат. Көрсө, чоң энең чайга чакырып жаткан турбайбы.

Мындай телефон үчүн зымдардын кереги болбой

калат. Ультракыска радиотолкундар биздин квартираларыбызды, заводдорду жана мекемелерди автомобилдер жана самолёттор менен, темир жол поезддери жана жөө бара жаткан адамдар менен байланыштырат. Мындай учурда адам ар кандай орунда, ар кандай убакытта, ар кандай пункт менен телефон аркылуу сүйлөшө алат. Бул проблема биздин күндөрдө атайын журналдардын беттеринде чындап эле талкууланып жатат. Мындай байланыш үчүн „жалпы“ деп аталган термин да кабыл алынды.

ТОПТУН ИЧИНДЕГИ РАДИОСТАНЦИЯ

Силер кандай деп ойлойсуңар, радиопередатчик менен футбол ойноого болобу?

—Бул акылынан адашкан адамдын суроосу,—деп жооп бересиңер.

Көрсө, бул жооп өтө эле шашылган жооп экен.

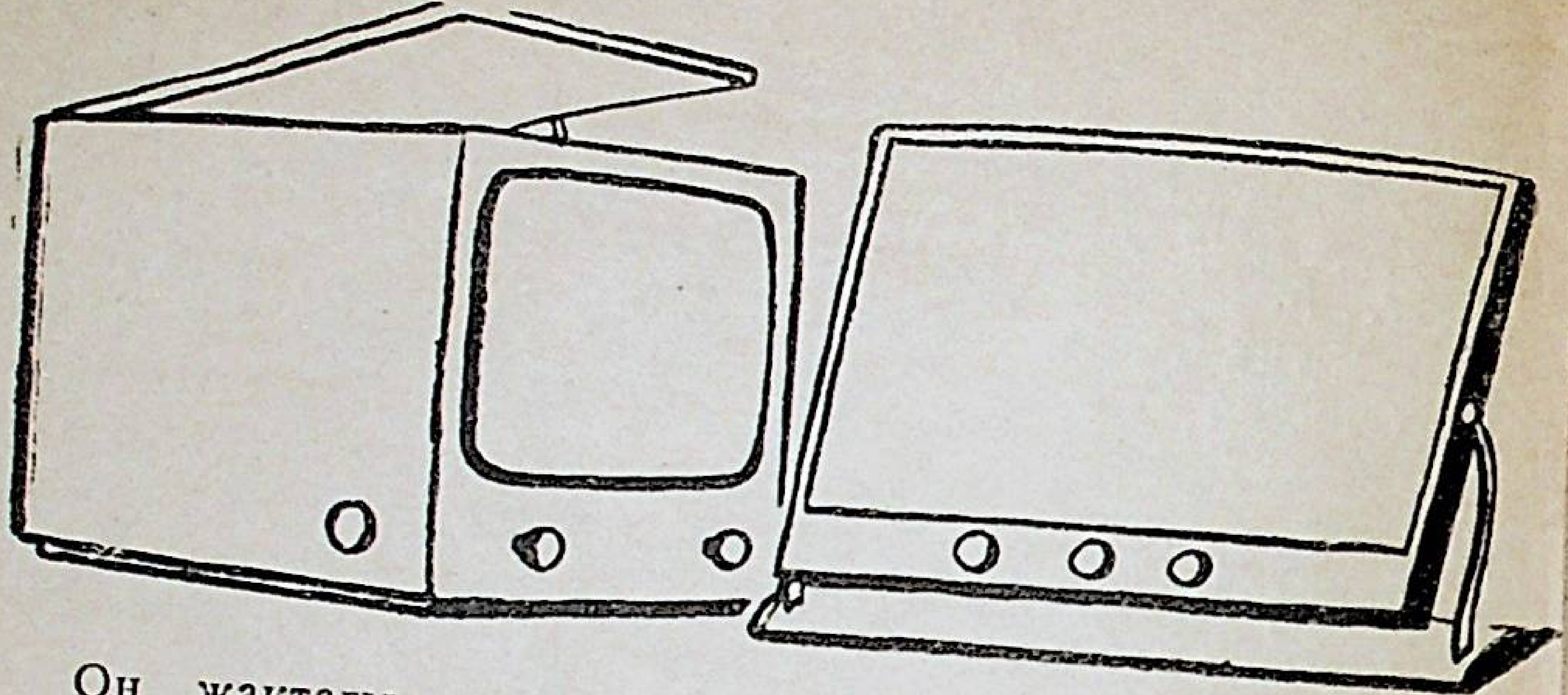
Азыр жарым өткөргүчтүү радиоаппараттарды ушунчалык бекем жана ишенимдүү кылып жасашкандыктан, аны футбол тобунун покрышкасынын ичине салып, футболисттердин тебишинен аппарат иштен чыгып калат деп коркпой койсо да болот. Ал эми мындан кандай пайда болот? Топтун ичиндеги радиостанциянын эмне кереги бар?

Америкада гольф деген спорттук оюн таралган. Кичинекей катуу топту таяк менен урганда, ал ыргып

тоголонуп барып чуңкурга түшөт, кээде чөптүн
асына, бадалдын арасына кирип жоголуп кетет. Мындай учурда оюнчулар топту көп убакытка чейин издеп
ышат. Мына ошондуктан топту издөө мөөнөтүн
скартуу үчүн, башкача айтканда, топту жоготпоо үчүн
рдын ичине жарым өткөргүчтүү радиопередатчиктерди орнотууну сунуш кылышты. Топко канчалык күч
лсе да анын ичиндеги радиопередатчик тынымсыз
тей берет. Ал радиосигналдарды чыгарат, бул радиосигналдарды оюнчунун таягына бекитилген багытталган
теннасы бар приёмник кабыл алып турат. Эгерде топ
оголуп кетсе, оюнчу радиотаякты кулагына такап,
оголгон топтун „үнү“ кайдан угулуп жаткандыгын
ной эле таба алат. Андан кийин топту таап алуу жеңил болот.

Жарым өткөргүчтүү күчөткүчтөрдүн бул колдонулушу практикалык мүнөзгө караганда, рекламдык мүнөзгө көбүрөөк ээ болуп жаткандыгы ырас. Ошол эле максат менен кристаллдардагы радиопередатчиктерди кадимки эле устанын балкасына орнотушат. Мындай балканы канчалык койгуласа да аппарат тынымсыз иштей берет.

Буга окшогон радиотехникалык укмуштарды, башкача айтканда, жарым өткөргүчтөрдүн жардамы менен жасала турган оюнчуктарды азыр көп жасап жатышат. Алар кристаллдык диоддор менен триоддордун практикалык жактан зор мааниси бар экендигин айрыкча ачык көрсөтүшөт. Силер назик жана морт деп эсептеп келген аппаратура таштай бекемдикке ээ болот.



Оң жактагы сүрөттө—жалаң гана жарым өткөргүчтөрдүн жардамы менен жасалган телевизордун мүмкүн боло турган сырткы көрүнүшү көрсөтүлгөн. Электрондук—шоола түтүгүнүн ордуна анда металл сеткасы бар жаркыроочу өзүнчө бир жалпак экран колдонулат.

Мындай аппаратураны бийик уча турган ракетага, ал тургай учушун үйрөнүү үчүн артиллериялык снарядга да орнотууга болот. Ар кандай тынчсыз шарттарда ал бузулбай иштеп бере алат.

Жарым өткөргүчтөрдүн келиши менен самолёттордун, вертолёттордун, кораблдердин радио жабдуулары бузулбай турган бекем жабдууларга айланат. Алар үчүн катуу согулуулар, катуу титирөөлөр коркунучтуу болбой калат!

Жарым өткөргүчтүү радиотехниканын эң сонун иштери жөнүндө бир канча гана мисал келтирдик. Балким, бул мисалдар анчалык көрүнүктүүлөрү эмес чыгар.

Бирок радиотехникада жарым өткөргүчтөрдүн колдонулушунун өтө көп ар түрдүү мүмкүндүктөрүнүн бардыгын алдын ала айтуу азырынча кыйын. Алар жөнүндө жаңылыктар, жаңы жабдуулар ар күн сайын болуп жатат.

Азыр чоңдугу сыя челектей болгон үнду жазуучу аппараттарды куруп жатышат. Вакуумдук түтүгү болбогон, жалпак экрандуу телевизорлор түзүлүүдө. Аны картина сыяктуу дубалга илип коюуга, же ачылма календарь сыяктуу столдун үстүнө коюп коюуга болот. Качандыр бир кезде чөнтөккө салып жүрө турган телевизорлор—жазуу дептерчесине окшогон телефондор пайда болот.

Рояль мындан эки жүз элүү жыл мурда ойлоп табылган. Скрипка, виолончель,ар түрдүү жезден жана жыгачтан жасалган трубалар андан да мурдараак түзүлгөн. Өткөн кылымдардын ичинде алардын бардыгы өздөрүнүн жогорку өркүндөтүлүшүнө жетишти. Азыркы мезгилдеги музыкалык аспаптардын кылдарынан, тилчелеринен жана вибрациялоочу аба мамычаларынан чыккан үндөн да жагымдуу болгон үндү алууга болбойт деп азыр ишенимдүүлүк менен айтууга болот. Бирок, бул алардан да жагымдуу үндү түзүүгө мүмкүн эмес дегендикке жатабы? Албетте, жок. Акыркы он жылдын ичинде жаңы музыканын—электрдик музыканын демилгечилери пайда болду. Алар мурда болуп көрбөгөн эң сонун үндөргө ээ болгон көп аспаптарды жасашты. Андагы электрдик термелүүлөр радиолампаларда пайда болуп, кайра өзгөртүлүп, күчөтүлөт. Мына ошондуктан, бардык электромузыкалык аспаптарга лампалуу радиоприёмниктердин кемчилиги: көпкө туруштук бербегендиги, оордугу жана чоңдугу таандык болот. Мисалы, бир үндүү эмиритон деген аспаптын салмагы 90 килограммга жакын. Бул өтө эле көп!

Азыр электр музыкасынын демилгечилери жарым өткөргүчтөрдү өздөштүрүүгө кызуу киришти. Кристаллдык генераторлору жана күчөткүчтөрү бар биринчи электромузыкалык аспаптар түзүлдү. Бир нече жыл өткөндөн кийин биздин үйлөрүбүздө, парктарда, көчөлөрдө эң сонун электрдик трубалар, коңгуроолор жана кылдар жагымдуу үндөрүн чыгара баштайт. Композиторлор жалаң гана партитура түзбөстөн, жаңы тембрлерди да түзө баштайт. Өздөштүрүү үчүн көп жыл талап кылынбаган, ар бир адам үйрөнө ала турган жеңил жана ишенимдүү электромузыкалык аспаптар пайда болот.

Илим менен байытылган музыкалык маданият элге ого бетер жакын болуп калат.

ЭСЕПТЕГИЧ КРИСТАЛЛДАР

Азыркы замандагы электрониканын өнүгүп жеткен жогорку деңгели—бул эсептегич жабдуулар болот. Мындай жабдуулар татаал математикалык эсептөөлөрдү

жүргүзөт, машиналарды башкарат, бир тилдеги текстти экинчи тилге которот, шахматтык маселелерди чечет. Адам мындай машинага „тапшырма" берип турат, андан кийин ал бир нече сааттын ичинде, же ал көп жүздөгөн адамдардын көп жылдарга созулган иштөөлөрү сарп кылына турган эмгекти аткарат.

Электрондук эсептегич машиналар өтө эле татаал жана өлчөмү зор. Алар зор залдарды, кээ бир учурларда бүтүн бир имаратты ээлеп турат. Алардын ар биринде миңдеген радиолампалар болот. Эгерде мында жарым өткөргүчтөрдү колдоно турган болсо, кандай сонун эффект боло тургандыгын түшүнүү кыйын эмес. Кристаллдарда жасала турган эсептегич машиналар аларга караганда бир нече эсе аз орунду ээлейт, бир кыйла жеңил, энергияны керектөө жагынан өтө үнөмдүү, эң башкысы—ишенимдүү келет. Бир нече ичке зымдар оролгон узундугу 3 мм келген феррит шакекчеси эсептегич машинада бир эле маалда эки радиолампаны жана бир нече башка тетиктерди алмаштыра алат. Башка бир типтеги ферриттер электрондук эсептегич жабдуунун эсте тутуу деп аталган тетигинин өзүнчө бир ячейкасынын ролун аткара алат.

Келечекте жарым өткөргүчтөрдүн жардамы менен столдун үстүнө коё турган, а балким, чөнтөккө салып жүрө турган эсептегич машиналар пайда болот. Мындай эсептегич машиналар адамдын жалаң гана физический эмгегинин эмес, ошондой эле акыл эмгегинин да ар тараптан чыныгы механизацияланышынын каражаты боло алат.

Электрондук эсептегич техника метеорологдорго жардамга келип, биз аба ырайынын астрономиялык жактан так прогноздорун алып турабыз. Бухгалтерлер, библиотекарлар, диспетчерлер мындай электрондук эсептегич машиналарга түрдүү каталогдорду, информациялык маалыматтарды, расписаниелерди, статистикалык отчётторду түзүүнү тапшырышат.

Светофорлор менен туташтырылган эсептегич машиналар көчөдөгү кыймылды жөнгө салып турат.

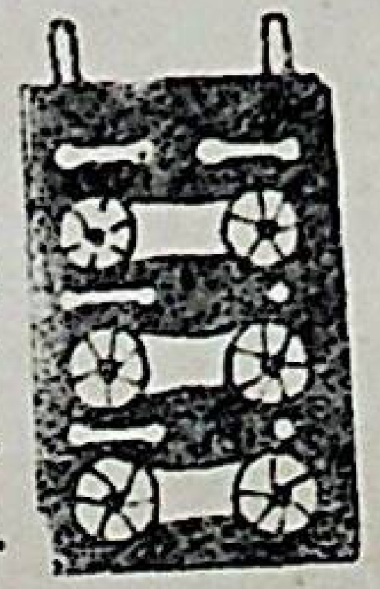
Жерден туруп самолёттордун учушун автоматтык жол менен башкаруу жагынан биринчи тажрыйбалар жасалды. Электрондук эсептегич машинанын командасы боюнча самолёт өз алдынча стартка чыгат, абага көтөрүлөт, манёврларды аткарат, керектүү жерге барып конот. Бул эң сонун автоматика илимий-фантастикалык аңгемелердеги „көрүүчү" автомобилди канчалык артка таштагандыгын эми көрүп турасыңар!

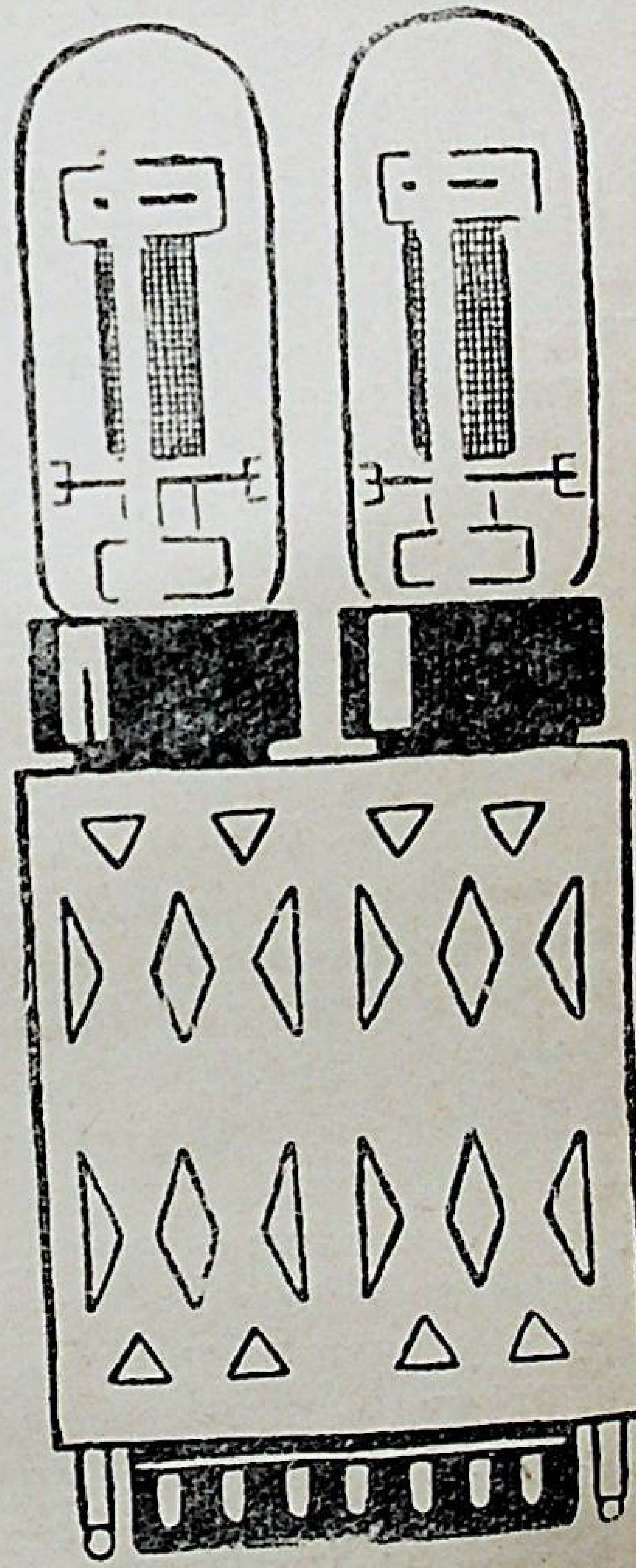
Өнөр жайларда электрондук жабдуулар цехтерди жана бүтүн бир заводдорду башкарат. Адам аларды сырьё берип туруп, технологияны текшерип жана өзгөртүүгө, продукцияны сортко бөлүп, эсептөөгө мажбур кылат. Булардын бардыгында жарым өткөргүчтөр тынымсыз иштеп турат.

КЕЛЕЧЕККЕ КАРАЙ

Биздин заманды атомдук кылымдын башталышы деп аташат. Бул наам туура берилген, бирок толук эмес. Адамдын жыргалчылыгына карай планетаны кайра өзгөртүү илимдин көп сандаган улуу жеңиштери менен байланышкан. Мында ядролук физиканын жетишкендиктери, электрониканын дүркүрөп өнүгүшү, жарым өткөргүчтөрдүн физикасынын прогресси жана химиянын таң каларлык ийгиликтери болуп жатат. Мында энергетиканын, металлургиянын, машина курулушунун, айыл курулуштун, чарбанын кубаттуу жана мыкты техникасы өнүгүп жатат.

Жарым өткөргүчтөр жөнүндөгү окуу так илимдердин жана индустриянын бардык маанилүү тармактарынын көп





Вакуумдук лампалардагы электрондук-эсептегич машинанын түйүндөрүнүн бири. Сол жакта—феррит тетиктери менен жасалган ушундай эле түйүн.

жылдардан берки тажрыйбасына таянуу менен алардын катарында алга карай өнүгүп бара жатат.

Жарым өткөргүчтөрдүн физикасы өз кезегинде илимдин жана техниканын жанаша тармактарын байытууда.

Мисалы, жарым өткөргүчтүү материалдар химиялык процесстердин эң сонун катализаторлору—ылдамдаткычтары болуп эсептеле тургандыгы аныкталган. СССР илимдер Академиясынын мүчө-корреспонденти С. З. Рогинский илимий конференциялардын биринде, химиктер жакын арадагы мезгилдерге чейин эле „дворяндыгу мещаниндин“ абалында болуп келген деп айткан. Мольердин каарманы бүткүл өмүр бою проза менен сүйлөп келгендигине шектенген эмес, ал эми химиктер көп химиялык процесстерде жарым өткөргүчтөр менен, жарым өткөргүчтөрдөгү электрондук процесстер менен иштеп келишкендигин билишкен эмес.

Прибор куруу өнөр жайларынын алдында жарым өткөргүчтөрдүн дагы бир өзгөчөлүгүн—сырткы магнит талаасынын аракети менен андагы электр тогунун жылышын өздөштүрүү милдети турат. Мына ушул негизде мындан мурда болуп көрбөгөн сезгич жана так компастарды, буюмдардын миллиметрдин он миллиондон бир үлүшүнө жылышын аныктоого жөндөмдүү болгон аппараттарды түзүүгө болот!

Жарым өткөргүчтөрдүн физикасы өзү үчүн күтүлбөгөн түрдө физиология сыяктуу илимдин бир тармагы менен кезигишүүгө туура келди. Көрсө, электрондук кубулуштар мында да чоң роль ойнойт экен. Венгердик физиолог Э. Эрнст, эгерде нервдердин кээ бир структуралык түзүлүштөрү өзүнчө бир жарым өткөргүчтүү түздөгүчтөр болуп эсептелет деп болжолдосок, нерв процесстеринин бир катар мүнөздүү өзгөчөлүктөрүн жөнөкөй жол менен түшүндүрүүгө боло тургандыгын байкаган. Ким билсин, балким, хирургдар азырынча белгисиз болгон кандайдыр бир жарым өткөргүчтөрдү колдонуу менен жасалма түрдөгү нервдерди жасоону үйрөнүшөр!

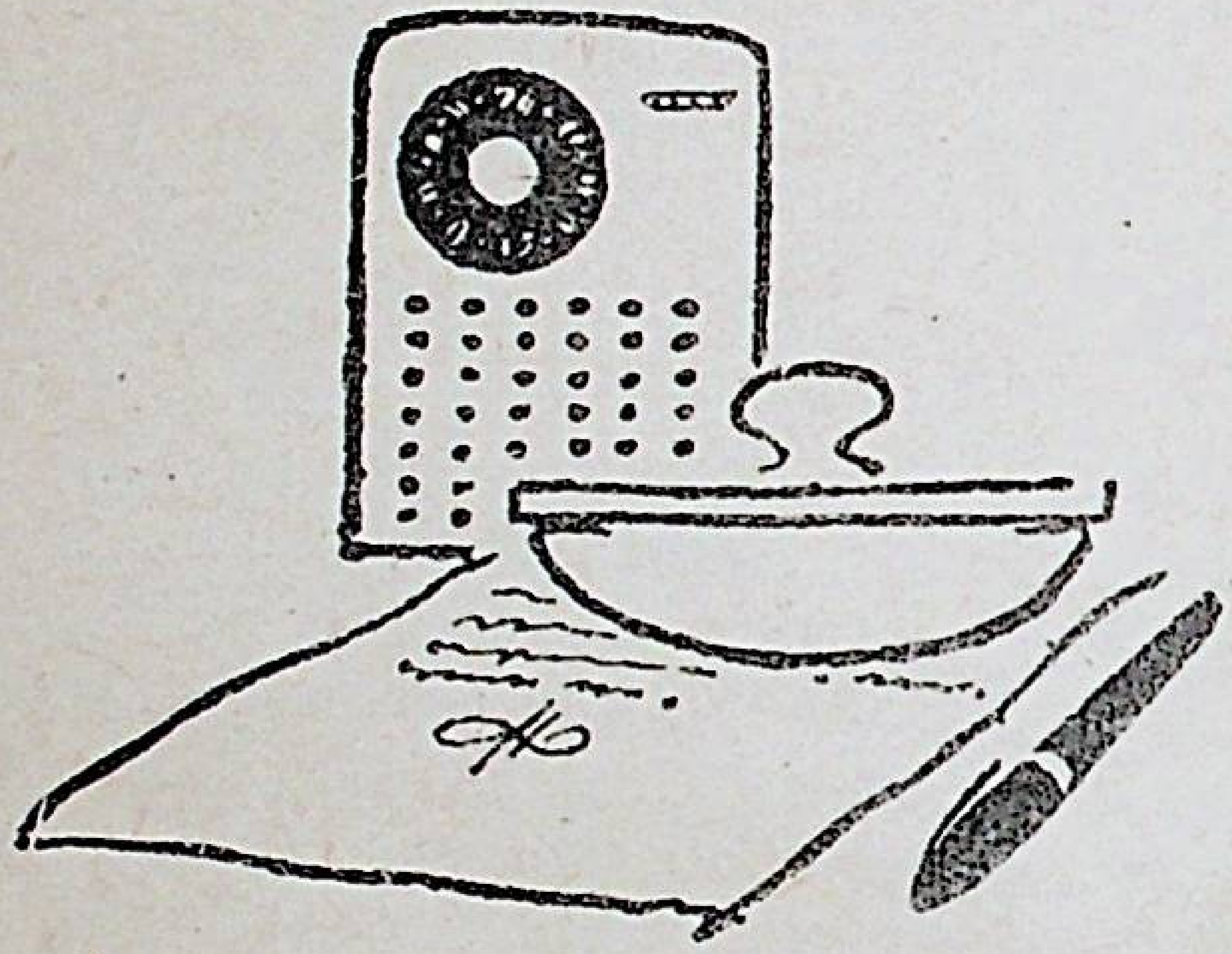
Жарым өткөргүчтүү заттардын механикалык касиет
тери азырынча азыраак изилденген. Ошондой болсо д
мындай изилдөөлөрдүн алдына кеңири жана сыймык
туу максаттар коюлган. Кээ бир жарым өткөргүчтө
өтө эле чыдамдуу жана ысыкка мыкты туруштук бе
рет,—алар төрт миң градустан ашык температураг
жеткен ысыктыкка туруштук бере алат! Балким, мын
ушундай материалдардан качандыр бир кезде атомду
кыймылдаткычтар менен жабдылган планета аралы
кораблдердин кыймылдаткычтарынын күйүү камерас
жасала тургандыр.

Бүгүнкү күндө жарым өткөргүчтөр окуу жөнүндөг
келечекти жаап турган убакыттын көшөгөсүнүн бир га
четин биздин алдыбызда ачып олтурат. Бирок, мы
ушул жылчыктан биз көп нерселерди көрүп алдык. К
лечектеги шаарлардан биз аяз менен жылытыла турга
имараттарды, чөлдөрдө—шоола энергиясын кармай ту
ган таң каларлык машиналарды көрдүк. Биз күн энергет
касынын пайда болушун алдын ала билдик. Биз жаң
радиотехниканын кеңири таралышын, көрүүчү жа
эсте тутуучу миниатюралык машиналардын салтанат
көрүп, мындан мурда кулак укпаган музыкалык аспа
тардын үнүн уктук.

Булардын бардыгы биздин келечегибиздин бир га
чети. Аларды иш жүзүнө ашыруу оңой иш эмес. Бул ма
саттарга жетүү үчүн миңдеген чоң жана кичине то
коолдуктарды жеңип өтүп, жалаң гана кристалл түрү
дөгү эмес, айнек жана суюк түрдөгү жарым өткөргү
төрдүн теориясын мындан ары карай да өнүктүрү
аларды тазалоонун, иштетүүнүн мыкты жолдорун табу
керек.

Чейрек кылым бою жарым өткөргүчтөрдүн физика
сынын тармагында иштеген советтик окумуштуу, Социа-
листтик Эмгектин Баатыры академик А. Ф. Иоффе мын-
дай дейт: „Биз техникалык прогресстин жаңы дooру-
на өтүп жатабыз. Жакын арадагы жылдарда, жакын
арадагы он жылда ар кандай масштабдагы милдеттер-
ди чечүү үчүн, бизде күч, моралдык жана материал-
дык мүмкүндүктөр жетиштүү“.

Совет өлкөсүнүн окумуштуулары жана инженерлеки келечекке ишенимдүүлүк менен карашат. Тартынбас кыялдын, тунук акылдын адамдары, илимдин кажыбас демилгечилери эртеңки күнү элдин кенчине айланып, коммунизмдин келечектеги чексиз кылымдарына кире турган нерселерди бүгүнкү күндө даярдап жатышат.



МАЗМУНУ

Кириш сөз ордуна . . . 5

ЭЛЕКТР ӨТКӨРҮҮЧҮЛҮКТҮН СЫРЛАРЫ

Атомдор 9
Металлдагы жана изоляторлогу электрондор . 10
Биринчи тааныштык . . 13
Бош стул 15
Театрдагы сыяктуу . . 15
Эки ток 17
Жалган бөлүкчө 19
Мейман атомдор 20
Электрондорду кармоочулар 22
Чыныгы теория жөнүндө 23
Жарым өткөргүчтөрдү алуу 24

ТЕРМОМЕТРДИН ОРДУНА

Градусник эскирип калды 30
Миндеген өлчөөлөр . . 31
Сезгич ийне 34
Миң градус ысыктыкта . 36
Алыстан байкалган температура 37
Эң сонун болометр . . 38
Үйлөөнүн күчү 40
Кыймылдаткычтардын кезеги 41
Домнанын дем алышы . 43

КОРОМЖУСУЗ ЖЫЛУУЛУК ҮЧҮН

Токойдун арасындагы үйдө 47
Жаңы касиет 48
„Жаканын" сыры . . . 50
Тилек орундалууда . . 55
Жылуулукту сактагыла
Жер алдынан алынган энергия 57
Электрондук аяз . . . 59
Моторсуз муздаткыч . . 60
Тескери музлаткыч . . 62
Жасалма климат 63

КӨРӨ ТУРГАН МАШИНАЛАР

Автомобилдин көзү . . 69
Жарык менен атуу . . 70
„Айнек көз" 71
Унутулуп калган ачылыш 72
„Көрүүчү" материалдар 73
Заводдун цехтеринде . 74
Камкор пресс 76
Жарык эстафетасы . . 77
Окуй турган машиналар 78

КӨРҮҮЧҮ ПРИБОРЛОР

Укмуштуу күзгү 83
„Чек арачы" электрондор 84
Автомат-лаборант . . . 86
Хирургдун жардамчысы 87
Айда жандырылган ширенке 88
Зымдын ордуна шоола . 91

КАРМАЛГАН ШООЛАЛАР

Таң эртең менен 97
Күн батареясы 98
Күн энергетикасына карай 99
Шоола иш үстүндө . . 102
Шоола жана жалбырак 106
Күндүн жаңы белектери 107
„Запаска коюлган" жарык 109

КРИСТАЛЛДАРДАГЫ ЭЛЕКТРОНИКА

Жолу болбогон сатып алуучу 115
Биринчи кадам 116
Детектор иштеп жатат . 118
Олег Лосевдин ойлоп чыгаруусу 121
Радиолампа иштеп жатат 123
Триумф жана кризис . 125
Боштуктун кереги эмне? 126
Алдын ала айтылган зат 127
Жарым өткөргүч-күчөткүч 129
Кристаллдарга жол ачылды 131
Микроскоптун алдындагы өндүрүш 134
Жаңы милдеттер . . . 136
Керамикалык магниттер 138
Кристаллдарды энергия менен камсыз кылуу . 140
Микрорадиотехника . . 142
Топтун ичиндеги радиостанция 144
Келечектин музыкасы . 147
Эсептегич кристаллдар . 147
Келечекке карай . . . 149

Глеб Анфилов

ЧТО ТАКОЕ ПОЛУПРОВОДНИК

(на киргизском языке)

Которгон **С. Молдокулов**
Котормонун редактору **Х. Аманканов**
Оформлениеси **В. Ф. Роэкдики.**
Худ. редактор **И. А. Ефимов**
Тех. редактор **А. Бейшенов**
Корректор **Т. Айтикеев**

Терүүгө 23|II-1958-ж. берилди. Басууга 5|VII 1958-ж. кол коюлду. Кагаздын форматы 84х108 1/32 5 физ. басма табак. 8,20 шарттуу басма 6,9 учеттук табак. Тиражы 5060. Заказ 458. Баасы 2 с. 05 т.

Токмакская городская типография Фрунзенского облуправления культуры Киргизской ССР, г. Токмак, Шамсинская, 53.