

A NIKKEL ÉS AZ ACZÉL PERMANENS MÁGNESSÉGÉRŐL.

A II. táblával.

Dr. Abt Antal egyetemi tanártól.

I.

Régóta ismeretes azon különbség, melyet a lágy vas és az aczél a mágnesezésnél tanusít. A lágy vasnál t. i. nagy a mulékony (temporalis), de elenyésző kicsi a permanens mágnesség; ellenben az aczélnál jelentékeny a permanens, de aránylag kisebb a mulékony mágnesség. A nikk el a lágy vas és az aczél tulajdonságait bizonyos mértékben magában egyesíti, a mennyiben könnyen fölveszi a mágnességet és a fölvelt mágnességet, legalább közönséges körülmények között, meg is tartja.

Hogy a nikk el mágnességi viszonyai a vas és az aczél ebbeli viszonyaival közelebről összehasonlíthatók legyenek, elhatároztam magamat, egyenlő térfogatu nikk el, vas és aczéllemezeket a következő három irányban megvizsgálni. 1-szor: hogyan és meddig növekedik ezeknek mágneses momentuma α) lassankint, β) hirtelen növekedő áramintenzitásnál; 2-szor: hogyan viselkednek ezen anyagok, ha a mágnesezés után az áram irányát a mágnesező tekercsben ellenkezőre változtatjuk; 3-szor: hogyan változik ezen anyagoknál a mágneses momentum a temperaturával.

Eddig két észlelési sort fejeztem be, egyiket az első, a másikat a második irányban. A talált eredményeket van szerencsém a tisztelt szakosztály elé terjeszteni. Az első (I) sor vonatkozik egy nikk el (N) és két aczéllemezre; az egyik aczéllemez (A_2) üvegkeménységű, fehérszínű, a másik (A_1) sárgára van eresztve. A lemezek méretei a következők:

	Hosszuság	Szélesség	Vastagság	Térfogat
N	9.8 cm	0.92 cm	0.097 cm	0.87 cm ³
A_1	10.0 „	0.90 „	0.104 „	0.93 „
A_2	10.2 „	0.91 „	0.110 „	1.02 „

A második (II) sor egy nikkell (N) és egy üvegkeménységű aczélemezre (A) vonatkozik, melyeknek méretei a következők:

	Hosszuság	Szélesség	Vastagság	Térfogat
N	9·2 cm	0·99 cm	0·101 cm	0·92 cm ³
A	9·18 „	0·95 „	0·111 „	0·97 „

A mágnesezésre használt tekercs hossza 20 cm, tekervényeinek száma 441, a selyemmel bevont rézdrót átmérője 2 mm.

A mágnesező áram intenzitásának (I) mérésére egy Siemens gyárából való Elektrodynamometert használtam, melynél, ha α a torziószög, melylyel a kitértett mutató zeróra visszaállítatik, $I = C\sqrt{\alpha}$. C állandónak értéke a vékonyabb drótból álló tekercsre nézve, mely a mérésnél alkalmazva volt, 0·76 Ampère, azaz: oly áram intenzitása, melyre nézve $\alpha = 1^\circ$, $I = 0·76$ Ampère.

A mágneses momentum meghatározására egy Wiedemann-féle Tangensbuszszola *asztazált* mágnesűjét használtam, a megvizsgálandó mágneses lemezt keletnyugoti irányban merőlegesen a mágnesűre és ezzel egyenlő magasságban elhelyezve (I. főállás Gauss sz.). A mágneses lemez közelebbi vége a mágnesűtől mindig 38·58 cm.-nyi távolságban volt. A mágnesű kitérése skálával és távcsővel észleltetett. A skála távolsága a tükörtől 231·37 cm volt, tehát akkora az észlelt és skálarészekben kifejezett kitérésekhez képest, hogy a kitérés szög tangense helyett maga a skálarészekben kifejezett kitérés adja a mágneses momentum relativ értékét. A mágnesű annyira volt asztazálva, hogy az említett távolságról (38·58 cm) a megvizsgálandó lemezeknek már igen csekély mágnességét is kimutatta. A lemezeknek a mágnesezés előtt elenyésző csekély mágnességük volt, mely alig 1 skálarésznyi (1 mm.) kitérést adott.

Az első kísérleti sornál, melynek eredményét az I. alatti táblázatban állítottam össze, az áram intenzitását lassankint növesztettem 0·027 Ampèretől 8·992 Ampèreig, addig t. i., míg az üvegkeménységű fehér acél is elérte így az absolut maximumát. Minden egyes áram intenzitásnál a megvizsgálandó lemez alkalmas készülékkel a tekercs közepére hozatott és az áram higanykomutátorral előbb 1 perczig zárva tartatott és a lemez mágnessége a magnetometerrel észleltetett; azután a lemez újra a tekercsbe tétetett és az áram ugyanazon irányban 2 perczig vezetett keresztül rajta és a lemez mágnessége ismét észleltetett.

Mivel az említett elektrodynamometerrel 0.76 Ampèrenél kisebb áramintenzitást nem lehet megmérni, azért a kisebb intenzitások mérésére egy ugyanazon czégtől való tangensbusszólát használtam, melynek Ampèreren kifejezett átszámítási tényezője meg volt határozva.

Az áramintenzitás növesztésénél 0.027 Amp.-tól 0.262 Amp.-ig egyik lemeznél sem volt észlelhető a mágnesség hatása az adott körülmények között. Az első biztosan kimutatható hatás a fehér acélnál 0.415 Ampèrnél észleltetett. A következő táblában összeállított észleleti eredmények ezen áramintenzitásnál kezdődnek. I az áram intenzitását Ampèreren, T az áram hatásának idejét percekben, M az illető anyagok relativ mágneses momentumát és pedig M_n a nikkelét, Ma_1 a sárga aczélét, Ma_2 a fehér aczélét, $\frac{M_n}{I}$, $\frac{Ma_1}{I}$ és $\frac{Ma_2}{I}$ a mágn. momentum és áramintenzitás viszonyát, $\frac{Ma_1}{M_n}$ és $\frac{Ma_2}{M_n}$ pedig a mágn. momentumok viszonyát jelenti.

I. Táblázat.

I Intenzi- tás Amp-ben	T Idő percek- ben	Mágn.momentum			$\frac{M_n}{I}$	$\frac{Ma_1}{I}$	$\frac{Ma_2}{I}$	$\frac{Ma_1}{M_n}$	$\frac{Ma_2}{M_n}$
		M_n	Ma_1	Ma_2					
0.415	1	7.2	7.0	1.5					
"	2	8.6	8.1	2.0	20.723	19.518	4.819	0.942	0.232
0.654	1	20.6	17.1	4.1					
"	2	21.5	17.5	4.5	32.874	26.758	6.881	0.814	0.209
0.760	1	25.1	19.8	5.5					
"	2	25.2	20.0	5.6	33.158	26.315	7.368	0.794	0.222
1.075	1	36.5	37.1	11.2					
"	2	36.5	39.5	11.5	33.953	36.744	10.707	1.082	0.315
1.520	1	44.2	67.0	25.4					
"	2	44.4	71.0	26.6	29.210	46.711	17.500	1.599	0.599
2.280	1	47.2	115.9	65.1					
"	2	47.1	120.5	69.1	20.658	52.581	30.307	2.558	1.467
3.040	1	50.1	131.5	123.4					
"	2	50.8	134.5	125.4	16.710	44.244	41.250	2.648	2.568
3.800	1	51.9	141.0	140.3					
"	2	52.0	141.1	142.5	13.684	37.131	37.500	2.711	2.740
4.560	1	51.9	144.3	154.7					
"	2	52.0	145.5	157.5	—	31.908	34.539	2.794	3.028
5.041	1	—	147.0	166.8					
"	2	—	138.2	169.5	—	(-25.431)	33.624	(-2.657)	3.259
5.320	1	—	147.1	175.4					
"	2	—	149.0	176.1	—	28.007	33.101	2.865	3.386
6.080	1	—	149.8	183.6					
"	2	—	149.9	185.1	—	24.654	30.444	2.882	3.559

I Intenzi- tás Amp.-ben	T Idő percek- ben	Mágn.momentum			$\frac{M_n}{I}$	$\frac{Ma_1}{I}$	$\frac{Ma_2}{I}$	$\frac{Ma_1}{M_n}$	$\frac{Ma_2}{M_n}$
		M_n	Ma_1	Ma_2					
6·449	1	—	151·0	188·4	—	23·476	29·432	2·911	3·650
"	2	—	151·4	189·8					
6·840	1	—	151·5	191·5	—	—	27·997	—	3·684
"	2	—	—	191·5					
7·600	1	—	—	193·0	—	—	25·405	—	3·713
"	2	—	—	193·1					
8·360	1	—	—	195·2	—	—	23·349	—	3·754
"	2	—	—	195·2					
8·497	1	—	—	196·5	—	—	23·185	—	3·788
"	2	—	—	197·0					
8·665	1	—	—	198·1	—	—	22·867	—	3·801
"	2	—	—	198·2					
8·992	1	—	—	198·0					

1. A mint a táblázatból kitűnik, kis áramintenzitásoknál a nikkellal permanens mágnessége túlnyomó és legkisebb a fehér aczél, mely 0·654 Ampérenél 4·8-szer kisebb, mint a nikkellé, a mi Rowland és Stoletow észleleteivel is egyezik. De már a sárga aczél mágnessége csak 1·26-szor kisebb a nikkellénél és pedig 0·76 Ampérenél.

2. A táblázatból kitűnik az is, hogy a mágnesség egy bizonyos áramintenzitásnál a hatás idejével mind a három lemeznél növekedett, egészen 0·76 Ampérig, hol a nikkellal már 1 perc alatt ezen intenzitásnak megfelelő maximumát elérte, holott a kétféle aczélnál az áram hatásának idejével még mindig növekedett a mágnesség.

3. A mágnesség legnagyobb értékei, melyeket ezen anyagok felvettek, kövőbb számjegyekkel vannak szedve. A nikkellal már 3·8 Ampérenél érte el legnagyobb értékét (51·9), a sárga aczél 6·449 Ampérenél (151·4) és az üveggkeménységű fehér aczél 8·665 Ampérenél (198·1). Eszerint a fehér aczél mágnessége a telítési ponton 3·80-szor, a sárga aczél pedig 2·91-szer nagyobb, mint a nikkellal; továbbá a fehér aczél 1·3-szer nagyobb, mint a sárga aczél, és pedig közel egyenlő térfogatok mellett. A térfogategységre (1 cm³) redukált mágnességek a következők: a nikkellal 59·77, a sárga aczél 162·79, a fehér aczél 194·11.

4. Az $\frac{M_n}{I}$, $\frac{Ma_1}{I}$ és $\frac{Ma_2}{I}$ rovatok alatti viszonyszámok kifejezik a

mágnesség növekedését az áramintenzitás növekedésénél. E szerint a nikkelnél is, mint az aczélnál eleinte egy bizonyos pontig nagyobb mértékben növekedik a mágnesség, mint az áram intenzitása, $\frac{N}{I}$

hányados növekedik; ezen pont körül aránylag szűk határon belől ezen hányados állandó marad, a mágnesség az árammal arányosan növekedik. Ezen a határon túl a hányados a telítési pontig folyton kisebbedik, a mágnesség kisebb arányban növekedik, mint az áram intenzitása. A mágnesség növekedését az áramintenzitás növekedésénél legjobban szemléltetik a mágnességi görbék, melyek a füzet végéhez illesztett lapon vannak lerajzolva. Ezen görbék szerkesztésénél szokás szerint az áramintenzitások mint abszcziisszák, a megfelelő mágnességek mint ordináták vannak bizonyos egység szerint ábrázolva. Egy hosszegység az abszcziissa tengelyen $\frac{1}{15}$ Ampèret, tehát 15 hosszegység 1 Ampèret jelent. Az ordinata tengelyen pedig egy hosszegység két mágnességi egységet fejez ki.

5. Ezen görbék megtekintéséből kitűnik, hogy a nikkellemez mágnessége 1 Ampérig az aczéllemezek mágnességét felülmulja; ezen intenzitásnál a sárga aczél mágneses momentuma utolérte a nikkelét, mindkettőé 23·6; ezen túl a nikkel mágnessége a sárga aczélétől elmarad, de a fehér aczélét még mindig felülmulja 1·893 Amp.-ig, a hol mindkettőé 41·1. Ezentúl a fehér aczél mágnessége is felülmulja a nikkelét, de még nem a sárga aczélét, melyet csak 3·619 Amp.-nyi áramnál ér utol, a hol mind a kettőnek mágnessége 140·2. A görbék átmetszési pontjainak megfelelő egyenlő momentumok a következő kis táblázatban vannak összeállítva.

I	M_n	Ma_1	Ma_2
1	23·6	23·6	—
1·893	41·4	—	41·4
3·679	—	140·2	140·2

A görbék eleinte gyorsan emelkednek, az abszcziisszatengely felőli oldalak domború, azután egy darabig egyenes irányban haladva újra homorúakká és lassankint az abszcziissa tengelylyel párhuzamosakká lesznek.

6. Az I. táblázat két utolsó rovatában $\frac{Ma_1}{M_n}$ és $\frac{Ma_2}{M_n}$ alatt levő

számok az aczélemezek és a nikkell mágnességének viszonyát fejezik ki különböző áramintenzitásnál.¹⁾

II.

Egy második észleleti sornál, a melyben egy nikkell és egy egyenlő méretű fehér aczélemezt vizsgáltam, az áram intenzitását nem fokozatosan, mint az I. észleleti sornál, hanem nagyobb értékkel növesztettem. A lemezek ugyanazon anyagból voltak készítve, mint az I. észlelési sornál használtak; méreteik már előbb voltak közölve. Ezen vizsgálatoknál az áram intenzitása az egyik irányban (positív irány) bizonyos értékig fokoztatott és a lemezek mágnessége minden áramintenzitásnál megfigyeltetett²⁾, azután az áram iránya ellenkezőre fordított, az intenzitás bizonyos értékig megint fokoztatott, mire azután az áram iránya újra meg lett változtatva. Az utolsó változtatásnál az áram intenzitása rheostat segítségével fokozatosan növesztették, míg a lemezek mágneses momentuma nulla volt. Ezen észlelési sor eredményei a következő táblázatban vannak összeállítva:

II-ik táblázat.

1. Mágnesezés pozitív irányban.

Intenzitás Amp.-ben	N i k k e l		A c z é l	
	Idő percekben	Mágn. mom. Mn	Idő percekben	Mágn. mom. Ma
6·601	0·5	41·2	2·0	55·0
9·217	1·5	46·5	2·0	90·8
13·658	1·5	46·5	1·5	121·7
15·114	1·5	46·6	1·5	128·5

¹⁾ Az $Ma_1 \frac{Ma_1}{I}$ és $\frac{Ma_1}{Mn}$ rovatokban egy helyen előforduló negatív előjel onnét eredt, mivel ezen egy esetben a sárga aczél 5·041 Ampèrenyi árammal való mágnesezésénél az áram iránya a tekercsben tévedésből ellenkezőnek vétetett. Ez azonban a további eredményekre nem volt zavaró befolyással.

²⁾ Megjegyzendő, hogy a lemezek mágnessége ezen áramintenzitásnál még nem érte el legnagyobb értékét.

2. Mágnesezés negatív irányban.

Intenzitás Amp.-ben	N i k k e l		A c z é l	
	Idő perczekben	Mágn. mom. Mn	Idő perczekben	Mágn. mom. Ma
5·808	1·5	— 38·2	2·0	+ 17·7
11·131	1·0	— 45·4	2·5	— 84·2
15·688	0·5	— 45·7	1·5	— 119·5
18·078	0·5	— 46·6	1·0	— 127·0
19·820	1·5	— 47·0	1·5	— 131·1
22·368	1·0	— 47·0	1·0	— 134·0
25·324	0·5	— 46·3	0·5	— 138·0

3. Mágnesezés pozitív irányban.

4·350	0·5	+ 28·5	2·0	— 61·1
5·200	—	—	2·0	— 52·0
6·126	—	—	2·0	— 23·1
6·367	—	—	1·0	— 19·7
6·880	—	—	3·0	— 4·0
7·025	—	—	2·0	— 1·7
7·119	—	—	3·0	0·0
7·353	1·0	+ 41·0	1·0	+ 0·8
8·221	1·0	+ 43·1	3·0	+ 26·3
10·070	1·0	+ 44·1	2·0	+ 56·5
12·659	2·0	+ 45·5	3·0	+ 95·7
15·382	1·0	+ 46·0	2·0	+ 115·1

4. Mágnesezés negatív irányban.

2·324	0·5	+ 6·0	—	—
2·467	1·0	+ 4·0	—	—
2·600	0·5	+ 0·1	—	—
3·676	2·0	— 25·5	—	—
6·367	2·0	— 40·0	—	—

1. Ezen eredményekből látható, hogy az első mágnesezésnél, hol az áram intenzitása 15·114 Amp.-ig fokoztatott, sem a nikkellal, sem az aczél nem érte el azt a mágneses erőt, melyet az I. észlelési sornál vizsgált ugyanazon anyagú és közel egyenlő térfogatú lemezek sokkal gyengébb áramnál elértek. Ugyanis a nikkellal az I. sornál már 3·8 Amp.-nél érte el mágnességének maximumát (52), holott a II. észlelési sornál csak 9·217 Amp.-nél észleltetett az aránylag kisebb maximuma 46·5. Az aczél az I. észl. sornál 8·665 Amp.-nél érte el maximumát (198·1), a II. észl. sornál pedig 15·114 Amp.-nél 128·5-nyi mágnessége még távol áll a telítési ponttól.

2. Az áram megfordításánál a pozitív mágnesség lerontására a nikkelnél is aránylag sokkal kisebb áramintenzitás szükséges, mint a mágnesség fejlesztésére, a mi az aczélra vonatkozó régebbi észleletekkel megegyezik. Így pl. a nikkellemeznél a + 15·114 Amp. által keltett 46·5 mágnességet — 5·808 Amp. — 38·2-re változtatta, az aczéllemezé pedig ugyanezen intenzitásoknál + 128·5-ről + 17·7-re csökkent. A nikkellal mágnessége azután — 19·82 Amp.-rel még — 47-re, az aczélé pedig — 25·324 Amp.-rel még — 138-ig fokoztatott.

3. Az áram másodszori megfordításánál a nikkellal mágnessége + 4·35 Amp. által + 28·5-re, az aczélé pedig ugyanakkora áram által — 61·1-re redukáltatott. Innentől fogva az áram intenzitása fokozatosan emeltetett, míg + 7·119 Amp.-nél az aczéllemez mágnessége ± 0-ra esett, azután növekedő intenzitásnál pozitív lett és + 15·382 Amp.-nél + 115·1-re emelkedett. E szerint az aczéllemeznél a — 25·324 Amp. által fejlesztett — 138·0 mágnességet már + 7·119 Amp.-nyi áram teljesen lerontotta. Az áram harmadszori megfordításánál a nikkellal-lemez + 15·382 Amp. által fejlesztett + 46·0 mágnességét már — 2·50 Amp.-nyi áram + 0·1-re redukálta. A nikkelnél is észlelhető tehát a mágneses hysteresis (Ewing), mint az aczélnál.

III.

Egy harmadik észlelési sornál megint három ugyanazon anyagokból álló egyenlő és akkora méretű lemezeknek permanens mágnességét vizsgáltam, mint az I. észlelési sornál, t. i. egy nikkellal lemezt (Mn), egy sárga aczélét (Ma₁) és egy üveggkeménységű fehér aczélle-

mezét (Ma_2), de azzal a különbséggel, hogy most az áram intenzitása 0-ról egyszerre 8·41 Amp.-re emeltett és a lemezek mágnessége ezen intenzitású áram 1, azután 2 és 3 percig tartott hatása után méretett meg. A lemezek méretei a következők voltak :

	Hosszuság.	Szélesség.	Vastagság.	Térfogat.
Nikkel	9·65 cm.	0·905 cm.	0·097 cm.	0·84 cm ³
Sárga aczél	10·00 „	0·905 „	0·104 „	0·95 „
Fehér aczél	10·00 „	0·905 „	0·111 „	1·01 „

A nyert eredmények a következő (III.) táblázatban foglaltnak.

III. táblázat.

Áramintenzitás Amp.-ben	Hatás ideje percekben	Mágn. Mom.		
		Mn	Ma_1	Ma_2
8·41	1	52·8	153·7	134·3
„	2	52·8	153·5	136·0
„	3	52·8	153·7	136·3

Ezen áramintenzitásnál a nikkel és a sárga aczéllemezek már 1 percznyi hatás után elérték mágnességük legnagyobb értékét, de a fehér aczéllemeze a hatás tartamával 134·3-ról 136·3-re növekedett. A nikkellemez ezen maximuma az I. észlelési sornál 3·80 Amp.-nél talált maximumnál (52) csak 0·8-del nagyobb ; a sárga aczéllemeze az I. sorban 6·84 Amp.-nél észlelt maximumnál (151·5) csak 2·2-del nagyobb. A fehér aczél mágnessége pedig messzire elmaradt azon értéktől (196·5), melyet ezen anyag az áramintenzitás lassankinti növeztésénél az I. sorban 8·49 Amp.-nél, tehát ugyanazon intenzitású áramnál elért.

IV.

Ezután ugyanezen lemezeknél a mágnesség változását észleltem, a mikor változatlan áramintenzitás (8·41 Amp.) mellett az áram irá-

nyát egymás után hatszor változtattam és 1 perczig tartott behatás után mindannyiszor a lemezek mágnességét megmértem.

A talált eredményeket a IV. táblázatban állítottam össze.

IV. táblázat.

Észlelés sora	Áraminten- zítás Amp.-ben	Mágn. mom.		
		Mn	Ma ₁	Ma ₂
1	8·41	+ 52·8	+ 153·5	+ 136·3
2	"	— 52·5	— 144·6	— 131·0
3	"	+ 52·4	+ 150·4	+ 133·3
4	"	— 52·5	— 145·0	— 127·8
5	"	+ 53·0	+ 153·4	+ 132·8
6	"	— 50·2	— 144·7	— 127·5
7	"	+ 53·5	+	+ 133·0

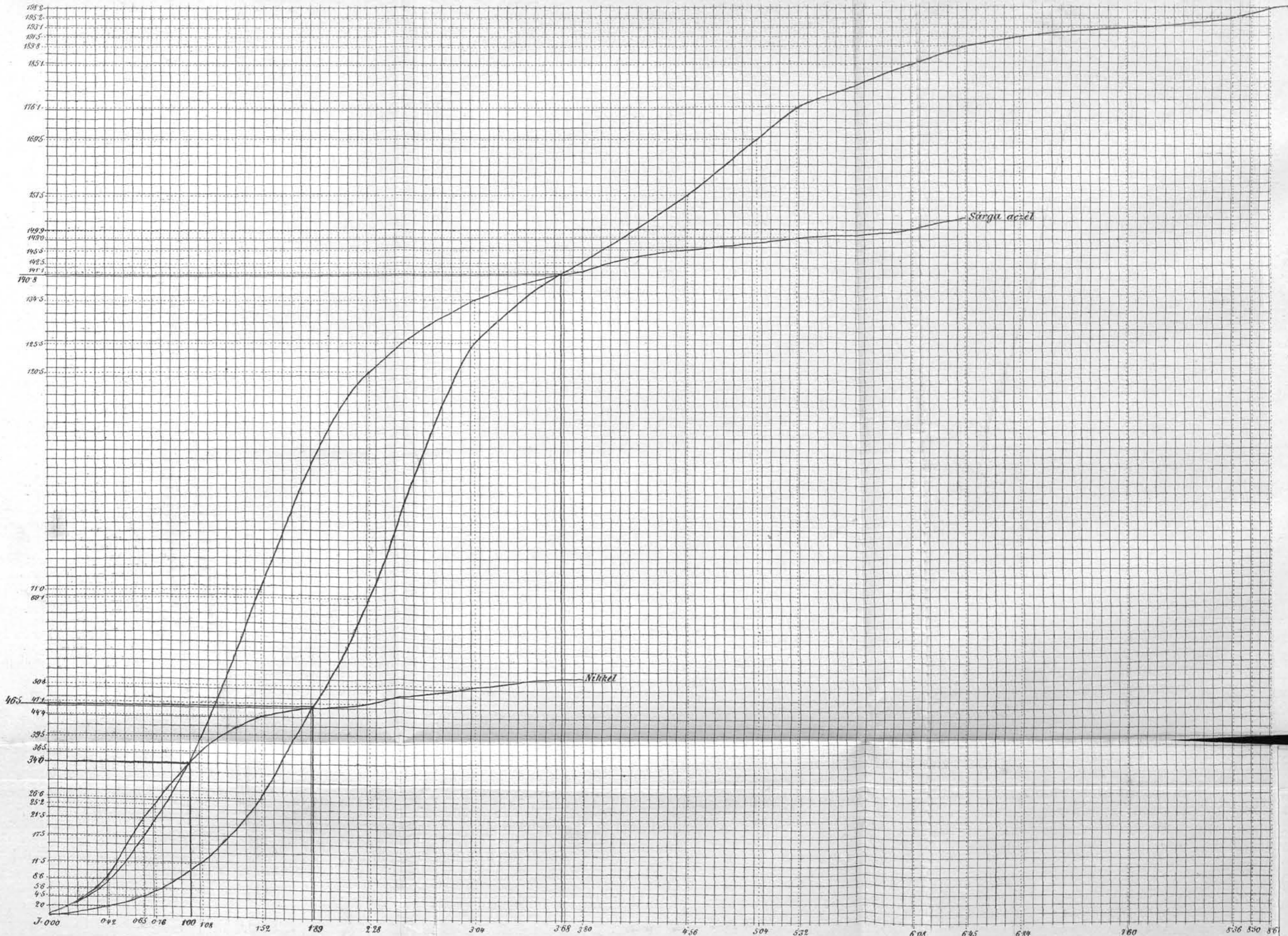
A nikkellemez mágnességének intenzitása, a 6. észlelés anomál értékétől eltekintve, alig változott észrevehetően, a pozitív értékek alig különböznek a negatív értékektől. A sárga aczélnál is a pozitív értékek egymással egyenlők, valamint a kisebb negatív értékek is. De már az üvegekeménységű fehér aczélnál, mely a telítési ponttól még távol volt, úgy a pozitív, mint a negatív értékek folytonos csökkenést mutatnak.

A mi a mágnesség megtartását illeti, ezen különböző anyagoknál, ez kitűnik az alább következő V. táblázatból, melyben a lemezeknek különböző időközökben megfigyelt mágnessége van kimutatva. Ugyanis az I. és II. észlelési sor annyi időt vett igénybe, hogy azt egy nap alatt nem lehetett elvégezni. Az észlelés folytatásánál mindannyiszor a lemezek mágnessége megmértetett, mielőtt erősebb áram hatásának alávetettek. Az I. észlelési sort 1890. április 17-én kezdettem és április 19, 21, 23, 24 és 26 folytattam. A lemezek mágnességének változását, illetőleg csökkenését ezek időközökben az V. táblázat mutatja, melyben az ugyanazon napra vonatkozó két érték közül az első a lemez mágnességét jelenti a mágnesség további fokozása előtt.

V. Táblázat.

Idő		Mágn. mom.		
		Mn	Ma ₁	Ma ₂
Április	17.	21·5	17·5	4·5
"	19.	20·5	17·4	4·6
"	19.	44·5	71·0	26·6
"	21.	43·6	69·6	25·4
"	21.	52·0	141·1	142·5
"	23.	31·9	138·0	140·1
"	23.	52·0	— 138·2	169·5
"	24.	50·0	— 138·0	169·2
"	24.	—	—	195·2
"	26.	—	—	195·5

E szerint a nikkell is elég jól megtartja permanens mágnességét.



D^e Abt Antal: Nickel és aczél permanens mágnessége.