PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

288 542

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

(21) Číslo přihlášky: **1995 - 2553**

(22) Přihlášeno: **29.12.1994**

(30) Právo přednosti:
03.01.1994 US 1994/176655

(40) Zveřejněno: **17.01.1996**
(Věstník č. 1/1996)

(47) Uděleno: **14.05.2001**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **11.07.2001**
(Věstník č. 7/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/IB95/00030**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 95/19062**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.[7]:
H 02 K 15/02
B 23 P 15/00
B 21 K 1/74
C 21 D 8/00

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(73) Majitel patentu:
ATELIERS THOME-GENOT, Nouzonville, FR;

(72) Původce vynálezu:
Goffart André Eugéne, Nouzonville, FR;

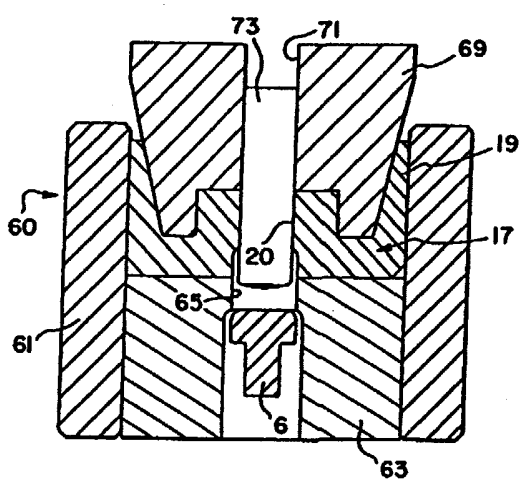
(74) Zástupce:
Andera Jiří ing., Nad Štolou 12, Praha 7, 17000;

(54) Název vynálezu:

Způsob výroby pólového nástavce alternátoru

(57) Anotace:

Dosažení kompromisu mezi zmenšením hladiny hluku, výstupním výkonem, magnetickou permeabilitou, pevností materiálu a polohou těžiště je dáno vhodnou volbou výrobních operací a jejich sledu při výrobě pólového nástavce alternátoru. Výrobní operace zahrnují kování za tepla, otryskávání ocelovou drtí, fosfátování, kalibrování za studena, dva kroky plně dokončující operace, zahrnující stlačení výkovku a ohýbání výstupků (19) a žíhání. Postup umožňuje výrobu pólového nástavce (17) alternátoru, která je jednodušší a rovněž umožňuje dosažení vyššího výstupního výkonu alternátoru s takto zhotovenými pólovými nástavci (17).



CZ 288542 B6

Způsob výroby pólového nástavce alternátoru

Oblast techniky

Předložený vynález se týká zlepšeného způsobu výroby pólových nástavců alternátoru.

Dosavadní stav techniky

Běžně používané automobilové alternátory jsou poháněny pomocí řemenu propojujícího alternátor a automobilový motor. Otáčením rotoru alternátoru je vyráběna elektrická energie, která je použita hlavně pro dobíjení akumulátoru, umístěného v automobilu. U alternátorů, které jsou v současnosti ve vozidlech používány, se rotor otáčí rychlostí 15 000 až 20 000 ot. /min. V současné době existuje v automobilovém průmyslu mezi různými výrobci alternátorů ostrá konkurence ve snaze poskytnout nejlepší alternátor při nejnižší ceně. Avšak u definice pojmu "nejlepší", v souvislosti s alternátorem, není vždy zřejmé, co by měla zahrnovat.

Optimální alternátor se vyznačuje malou vahou, přijatelnou velikostí, přičemž poskytuje vysoký výstupní výkon a má tichý chod. Jednou z důležitých součástí alternátoru jsou dva pólové nástavce, které jsou uchyceny navzájem proti sobě na rotorovém hřídeli, přičemž jsou na nich nasazeny cívky, které vyplňují prostor mezi nimi. Konstrukce pólových nástavců je rozhodující pro zvýšení výstupního výkonu alternátoru, přičemž současně pólový nástavec je jedním z největších zdrojů hluku vytvářeného alternátorem.

Opatření, která jsou prováděna za účelem snížení výstupního hluku, způsobovaného konstrukcí pólových nástavců, často ovlivňují negativně výstupní výkon. Navíc umístění těžiště pólových nástavců velmi ovlivňuje konstrukci mezery mezi rotorem a statorem. Vzhledem k tomu, že poloha těžiště pólového nástavce je optimalizována a pólový nástavec je vyráběn vhodným způsobem, je méně pravděpodobné, že se výstupky pólových nástavců budou ohýbat směrem ven během vysokých rotačních rychlostí rotoru. Optimální umístění těžiště tak může usnadnit zúžení mezery mezi rotorem a statorem a tím tudíž zvýšit výstupní výkon alternátoru. Avšak, když zde není možnost optimalizovat polohu těžiště pólových nástavců, pak výše popsaná mezera musí být zvětšena, protože musí být počítáno s možností, že pólové nástavce se budou ohýbat směrem ven během vysokých rotačních rychlostí a tím že se budou moci dotknout statoru a poškodit ho, tzn. poškodit samotný alternátor. Z tohoto hlediska tam, kde je pólový nástavec vyráběn lisováním s výstupky, následně vyhnutými z roviny lisování, směr zrn některých z výstupků svírá ostrý úhel vzhledem k základně pólového nástavce odpovídajícího úhlu mezi výstupky a základnou.

Za těchto okolností je schopnost pólových nástavců odolávat ohýbání během vysokých rotačních rychlostí snížena, takže pokud je pólový nástavec vyráběn lisovacím postupem, mezera mezi rotorem a statorem musí být zvětšena, protože musí být počítáno s pravděpodobností, že výstupky pólových nástavců se budou během vysokých rotačních rychlostí pružně ohýbat směrem ven.

Z výše citovaného je zřejmé, že konstrukce pólových nástavců rotoru alternátoru nutně zahrnuje kompromisy.

Alternátory, vyráběné na současné úrovni známého stavu techniky, poskytují dostatečný výstupní výkon vzhledem k jejich velikostí a váze, takže automobiloví výrobci se nyní soustředili na zlepšení alternátorů, které by vedlo ke snížení hluku. Tvary a uspořádání výstupků pólových nástavců jsou měněny za účelem zvýšení průtoku vzduchu, přecházejícího přes ně, bez vzniku turbulence, která je zdrojem hluku. Byla vytyčena potřeba výrobního postupu, který by optimalizoval výstupní výkon alternátoru, u kterého by výstupky pólových nástavců byly

navrženy tak, aby se spíše snižovala úroveň hluku, než zvyšoval výstupní výkon, a proto je zde třeba nalézt nejlepší kompromisy mezi těmito oběma parametry. Vynález se hlavně týká tohoto problému.

Dalším aspektem, který je důležitý, je udržovat teplotu elektrických cívek rotoru a statoru alternátoru na tak nízké hodnotě, jak je to jen možné. Dříve, jak je známo, byl rotorový hřídel opatřen alespoň jedním ventilátorem, namontovaným na hřídeli vně skříně rotoru. Ventilátor byl ve spojení s vnitřkem rotorové skříně prostřednictvím řady štěrbin, vytvořených ve skříni. Takováto konstrukce je málo účinná v důsledku oddělení ventilátoru a rotoru. Navíc použití řady štěrbin ve skříni rotoru způsobuje zvýšení hluku, což je pro automobilový průmysl nepřijatelné. Vzhledem k tomu, že odpor měděného vinutí cívek se zvyšuje se zvyšující se teplotou, bude účinná ventilace alternátoru udržovat odpor mědi relativně nízký. Protože odpor měděného vinutí je nepřímo úměrný intenzitě elektrického proudu, bude se zvyšující se teplotou vinutí nutně snižovat intenzita elektrického proudu, protékajícího cívkou. Vzhledem k tomu, že magnetický tok je úměrný intenzitě elektrického proudu, bude výstupní výkon alternátoru přímo závislý na jeho teplotě. Vznikla zde tudíž potřeba vyvinout účinný chladící systém alternátoru, který by nezvyšoval znatelně hladinu hluku.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody odstraňuje zlepšený způsob výroby pólových nástavců alternátoru podle předloženého vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že výchozí kus oceli se za tepla tváří kovacím nástrojem pro kování za tepla do prvního tvaru pólového nástavce, obecně podobnému konečnému tvaru dohotoveného pólového nástavce včetně poloviny jádra a řady po obvodě umístěných výstupků, načež se první tvar pólového nástavce fosfátuje alespoň v jedné fosfátovací lázni, za účelem vytvoření kluzné vrstvy na jeho vnějších površích.

Poté se první tvar pólového nástavce kalibruje za studena nástroji pro kalibrování za studena, za účelem stlačení poloviny jádra a výstupků prvního tvaru pólového nástavce a tím vytvoření druhého tvaru pólového nástavce, majícího zploštělá zrna oproti zrnům struktury prvního tvaru pólového nástavce a zahrnujícího polovinu jádra a řadu po obvodě umístěných výstupků.

Následuje úplné dokončení druhého tvaru pólového nástavce, vytvrzováním povrchů druhého tvaru výstupků a poloviny jádra a vytvořením středového otvoru. Toto vytvoření středového otvoru se provede vytlačováním materiálu z druhého tvaru pólového nástavce pomocí razníku skrze otvor, jehož průměr je menší než průměr vytlačovacího razníku. Provede se ohýbání výstupků do jejich konečného uspořádání a tím vytvoření konečného třetího tvaru pólového nástavec, načež se třetí tvar pólového nástavce máčí ve vysoce zásadité lázni a žíhá při teplotě od 800 °C do 950 °C po dobu 20 až 60 minut, s následným postupným ochlazováním na okolní teplotu v průběhu 270 až 310 minut.

Použitím pólových nástavců, vyrobených podle předloženého vynálezu, se sníží hluk alternátoru, přičemž však zůstane zachován optimální výstupní výkon alternátoru.

Je výhodné, je-li během kování za tepla výchozí kus oceli ohříván na teplotu blízkou teplotě jejího tavení, výchozí kus oceli se zplošťuje, načež se ková za tepla do tvaru zhruba odpovídajícího uvedenému prvnímu tvaru pólového nástavce, a dále se dokovává za tepla do prvního tvaru pólového nástavce.

Jiné výhodné řešení se vyznačuje tím, že během kování za tepla se ohřívá výchozí kus oceli na teplotu blízkou teplotě jejího tavení, výchozí kus oceli se zplošťuje, načež se ková za tepla do tvaru zhruba odpovídajícího uvedenému prvnímu tvaru pólového nástavce, a dále se dokovává za tepla do prvního tvaru pólového nástavce.

Je výhodné, když během kalibrování za studena se: ostřihuje výronek z obvodové části prvního tvaru pólového nástavce a měnění se tvar výstupků při jejich stlačování, pro dosažení jejich kolmosti k polovině jádra.

Rovněž je výhodné, když vytváření středového otvoru zahrnuje částečné vytvoření středového otvoru vytlačováním materiálu druhého tvaru pólového nástavce otvorem v tvářecím nástroji o menším průměru než je průměr vytlačovacího razníku, čímž se dosáhne přesného válcového tvaru a zabrání se porušení materiálu, načež se dokončuje vytvoření středového otvoru, při zachování jeho válcového tvaru, zasunutím vytlačovacího razníku s vratným pohybem do částečně již vytvořeného otvoru, přičemž se vytlačí materiál z druhého tvaru pólového nástavce do otvoru v tvářecím nástroji s větším průměrem než je průměr vytlačovacího razníku, čímž se vytvoří otvor požadovaného konečného tvaru.

S výhodou se tváření konečného třetího tvaru pólového nástavce se provádí bezprostředně před dokončujícím vytvořením středového otvoru.

S výhodou se rovněž před máčením prvního tvaru pólového nástavce se tento otryskává ocelovou drtí, aby se odstranily povrchové nepravidelnosti.

Jiný způsob se vyznačuje se tím, že alespoň jedno fosfátování se provádí v řadě fosfátovacích lázní a odstranění stearátu zinečnatého z konečného třetího tvaru pólového nástavce se provádí ve vysoce zásadité lázni o pH 14.

Žíhání se s výhodou provádí v inertní atmosféře, jenž je výhodně tvořena směsí přibližně 95 % dusíku a přibližně 5 % vodíku.

Za účelem vyrobení pólového nástavce alternátoru s integrovanou polovinou jádra a s maximalizováním magnetické permeability je výhodný způsob výroby, vyznačující se tím, že za tepla se ková výchozí kus nízkouhlíkové oceli, který se kalibruje za studena, za účelem jeho stlačení a vytvoření přímých řad plochých zrn jeho struktury a žíhá se při teplotě v rozsahu od 800 do 950 °C. Teplota drží na stanovené hodnotě po dobu 20 až 60 minut a poté se postupně snižuje po dobu 270 až 310 minut na hodnotu teploty okolního prostředí, čímž dojde ke zvětšení zrna ve výchozím kusu nízkouhlíkové oceli a tím k maximalizaci magnetické permeability.

Při dalším výhodném provádění způsobu výroby pólového nástavce alternátoru s integrovanou polovinou jádra a s maximalizováním magnetické permeability v průběhu jeho výroby se ková za tepla výchozí kus nízkouhlíkové oceli, uvedený kus nízkouhlíkové oceli se kalibruje za studena, za účelem jeho stlačení a vytvoření přímých řad plochých zrn jeho struktury a žíhá se pouze polovina jádra alternátoru při teplotě v rozsahu od 800 do 950 °C, kdy se teplota drží na stanovené hodnotě po dobu 20 až 60 minut a poté se postupně snižuje po dobu 270 až 310 minut na hodnotu teploty okolního prostředí, přičemž žíhání vede ke zvětšení zrna v polovině jádra a tím k maximalizaci magnetické permeability, pro zvětšení zrn struktury.

Je výhodné, když se žíhání provádí v bezkyslíkaté atmosféře.

Ještě další výhodný způsob výroby pólového nástavce alternátoru se sníženou hladinou hluku při zachování dostatečného výkonu alternátoru se vyznačuje tím, že zahrnuje kroky:
vyrobí se pólový nástavec, mající vnější tvar a prostorové uspořádání s minimalizovanou hladinou hluku během rotace pólových nástavců, kováním za tepla, čímž se orientují zrna do stejného směru výstupků pólového nástavce a jeho poloviny jádra.

Pólový nástavce se za studena kalibruje a dále se žíhá pro zlepšení orientace a zvětšení velikostí zrn a tím i maximalizování magnetické permeability a tudíž i výstupního výkonu alternátoru,

jehož rotor nese proti sobě čelně uložené pólové nástavce. Žíhání zahrnuje zvýšení teploty pólového nástavce na teplotu v rozsahu 800 až 950 °C, která se udržuje po dobu 20 až 60 minut, načež se pólový nástavec postupně ochlazuje na teplotu okolí po dobu 270 až 310 minut.

Je výhodné, když pružení výstupků, v radiálním směru se minimalizuje umístěním jejich těžišť v nejbližší možné vzdálenosti od osy rotace, takže mezera mezi rotorem a statorem alternátoru může být extrémně malá, čímž se maximalizuje výstupní výkon.

S výhodou se během kalibrování za studena se pólové nástavce stlačují.

Během úplného dokončení za tepla kovaného pólového nástavce se s výhodou vytvrzují povrchy pólového nástavce bez jejich ohřevu, a částečně se vytváří středový otvor pólového nástavce protlačováním jeho materiál otvorem o průměru menším než je průměr použitého jednoduchého razníku, konajícího vratný pohyb. Středový otvor se dokončuje protlačením materiálu pólového nástavce otvorem o průměru větším než je průměru razníku.

Účelem předloženého vynálezu je poskytnout zlepšený postup výroby pólového nástavce alternátoru, zahrnující různé kroky, speciálně navržené ke zvětšení zrn struktury materiálu hotového pólového nástavce a tak zvýšení jeho magnetické permeability.

Jiným cílem předloženého vynálezu je poskytnout pólový nástavec, vyrobený použitím jednoho, plně dokončujícího postupu, slučujícího kroky děrování, ohýbání a obrábění do jedné dvoudílné operace za účelem snížení nákladů.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže osvětlen pomocí výkresů, kde obr. 1 představuje perspektivní pohled na rozložený alternátor s pólovými nástavci, vyrobenými podle předloženého vynálezu.

Obr. 2 představuje pohled na řez jinou konstrukcí sestaveného alternátoru.

Obr. 3 ukazuje části ocelové tyče odstřižené za studena z delší ocelové tyče.

Obr. 4, 5 a 6 představují příčné řezy nástroji, používanými k provedení kovacích operací za tepla na části ocelové tyče z obr. 3.

Obr. 7, 8, 9 a 10 představují řezy nástroji a pólovými nástavci v nich založenými, při provádění lisovací operace za studena podle vynalezeného způsobu.

Obr. 11 představuje řez nástrojem a v něm založeným pólovým nástavcem pro první část prvního kroku plně dokončovacího postupu podle předloženého vynálezu.

Obr. 12 představuje řez nástrojem a v něm založeným pólovým nástavcem pro provádění druhé části prvního kroku plně dokončovacího postupu podle předloženého vynálezu.

Obr. 13 představuje řez nástrojem a v něm založeným pólovým nástavcem pro provádění první části druhého kroku plně dokončovacího postupu podle předloženého vynálezu.

Obr. 14 představuje řez nástrojem a v něm založeným pólovým nástavcem pro druhou část druhého kroku plně dokončovacího postupu podle předloženého vynálezu.

Obr. 15 představuje graf závislosti žíhací teploty na čase pro žíhací operaci podle předloženého vynálezu.

Obr. 16 představuje řez kroužkem používaným k provádění elektrických měření pólových nástavců, vyrobených podle předloženého vynálezu.

Obr. 17 představuje řez částí pólového nástavce, označující určité oblasti, jejichž struktura zrna má být analyzována.

Obr. 18, 19 a 20 jsou mikrofotografie ukazující strukturu zrna oblastí zobrazených na obrázku 17, kde pólový nástavec nebyl žíhán.

Obr. 21, 22 a 23 odpovídají přímo obrázkům 18, 19 a 20, avšak pólové nástavce zde nebyly žíhány podle předloženého vynálezu.

Obr. 24 představuje graf závislosti indukčnosti v jednotkách Tesla na proudu v ampérech u pólového nástavce podle předloženého vynálezu v porovnání s pólovým nástavcem vyráběným konkurencí.

Obr. 25 představuje graf závislosti magnetické permeability na proudu v ampérech, kdy jsou srovnávány stejné pólové nástavce jako na obrázku 24.

Příklad provedení vynálezu

Prvním krokem při výrobě pólového nástavce alternátoru, podle technologie předloženého vynálezu, je rozdělení ocelové tyče stříháním za studena na malé části. Velikost každé části je určena na základě požadovaného objemu pólového nástavce po počátečním kování za tepla. Po rozdělení ocelové tyče je každý kus ohřát na teplotu blízko pod bodem tavení oceli, takže každý kus je tvárný. Poté je každý kus vytvarován tvářením za tepla do počátečního tvaru, obecně se podobajícímu hotovému pólovému nástavci. Toto tváření za tepla zahrnuje tři dílčí operace, z nichž první spočívá ve zploštění kusu s následným umístěním mezi poloviny následujících dvou nástrojů, které při stlačení k sobě vytvoří počáteční první tvar pólového nástavce. V následující operaci je vytvarovaný kus otryskán ocelovou drtí za účelem odstranění nepravidelností povrchu, okují a oxidů železa, načež je chemicky zpracováván v řadě fosfátových lázní. Tato fosfátovací operace je rovněž známa pod názvem Parkerizace. V této operaci se na povrchu pólového nástavce vytváří mazací vrstva, která zvyšuje účinnost následného dolisování za studena.

Poté je v první operaci vytvarovaný kus vystaven kalibrování za studena, kdy je stlačen vysokým tlakem za účelem zmenšení jeho tloušťky, přičemž se současně zploští zrna struktury oceli a vytvoří se druhý tvar pólového nástavce. Redukce tloušťky s ohledem na strukturu prvotně vytvarovaného kusu může být až 10 %. Přihlašovatel vyvinul způsob provádění dolisování za studena prvotně vytvarovaného kusu, při kterém je v některých oblastech kusu použita větší lisovací síla, než v ostatních oblastech kusu, čímž se v některých oblastech ovlivní rozdílně tvar zrn. Protože je vynalezený pólový nástavec navíc vyroben z nízkouhlíkové oceli, mohou být rovné řady plochých zrn vytvořeny v průběhu lisování za studena. Dalším důvodem pro provádění dolisování za studena je odstranit z prvotně vytvarovaného kusu zakřivení povrchů, které bylo nutné pro usnadnění vyjmutí prvotně vytvarovaného kusu z teplé kovací formy. Z hlediska zakřivení povrchů se požaduje u hotového pólového nástavce, aby některé povrchy byly navzájem kolmé, avšak pokud by tyto kolmé povrchy byly tvarovány ve vyhřáté kovací formě, nebylo by snadné vyjímání kusů z této formy. Proto je nutné u kovacího nástroje vytvořit mírnou odchylku v kolmosti některých povrchů, aby se usnadnilo vyjmutí pólového nástavce z tohoto kovacího nástroje. Požadované kolmosti je během dolisování za studena dosaženo při pěchování kovu. V průběhu lisování za studena je provedeno ostřižení obvodové části kusu, které je vytvořeno na spoji čelních ploch lisovacích nástrojů, které jsou použity při kování za tepla.

Po lisování za studena a ostřižení výronku z obvodu za studena lisovaného kusu, je tento kus vystaven dvěma krokům postupu, který je přihlašovatelem označen jako "plné dokončeni" za studena do lisovaného kusu. Tento druhý krok, spočívající v plném dohotovení kusu, jednak zahrnuje zakalení a vytvoření otvoru, procházejícího středem pólového nástavce pro hřídel rotoru alternátoru a jednak ohýbání. Navíc dokončující krok zahrnuje protlačovací operaci za účelem kalibrování otvoru umístěného ve středu pólového nástavce, aby měl přesný válcový tvar. Důvodem je vyhnout se nevyváženosti při rotaci rotoru alternátoru. Úplné ukončení výrobního postupu je dosaženo třetím konečným krokem.

Zcela dohotovený pólový nástavec je vystaven působení lázně o pH 14, aby se odstranil stearát zinečnatý z jeho povrchu a je dále žíhán za vystavení tepelnému a ochlazovacímu cyklu v řízené atmosféře, jak bude podrobněji dále popsáno. Bylo zjištěno, že přítomnost stearátu zinečnatému na kovovém povrchu, brání účinnému svařování. Odstraněním stearátu zinečnatého, tímto způsobem, se umožní přivaření ventilátoru zadnímu povrchu každého pólového nástavce. Žíhací operace způsobí zvětšení zrna materiálu, ze kterého jsou pólového nástavce, čímž dojde ke zvýšení magnetické permeability a tím ke zmenšení odporu kladeného průchodu magnetického toku pólovými nástavci v magnetickém obvodu vytvořeným mezi pólovými nástavci rotoru a statorem alternátoru. Přihlašovatel zjistil rozsah teplot pro žíhací operaci, ve kterém je zvětšena struktura zrna a je dosaženo její optimální velikostí. Čas ochlazovací je stanoven určitým způsobem tak, aby se řídilo množství karbidu a perlitu ve struktuře zrna oceli. Je optimální, když perlit v nízkouhlíkové ocel je ve struktuře rozptýlen, čímž se dosáhne optimální permeability. Navíc stanovený čas ochlazování způsobuje precipitaci karbidu na hranicích zrn, čímž se zlepší obrobitelnost hotových pólových nástavců. Pokud je ochlazení provedeno příliš rychle, karbidy se nerozptýlí na hranicích zrn, čímž se způsobí, že pólové nástavce jsou obtížně obrobitelné. Uvedená operace probíhá v inertní atmosféře, složené z dusíku a vodíku, která zabraňuje oxidaci povrchu pólového nástavce.

Při výrobě pólového nástavce podle předloženého vynálezu se v porovnání s pólovými nástavci, vyrobenými jinými způsoby, zvýší magnetická permeabilita na optimální hodnotu. Použitím pólových nástavců, vyrobených podle předloženého vynálezu, může být snížen hluk alternátoru, přičemž však zůstane zachován optimální výstupní výkon alternátoru. Pólový nástavec podle předloženého vynálezu je vyroben kováním za tepla, přičemž se vytvoří jeho výstupky, které mají zrna své struktury rovnoběžná se zrny struktury zbytku pólových nástavců, a které jsou pevné a zcela odolné vůči ohybových silám, které na ně, za rotace při vysokých táčkách, například při 15 000 až 20 000 otáčkách za minutu, působí. Toto je uvedeno pro srovnání s výsledky obdrženými v případě, kdy pólový nástavec je vyroben pěchováním, přičemž výstupky jsou následně ohnuty do jejich konečného uspořádání.

Jak bylo uvedeno, takováto konstrukce není tak odolná vůči ohybovým silám na ni působícím při vysokých otáčkách, v důsledku čehož musí být alternátor konstruován tak, aby mezi rotorem a statorem byla větší mezera, než v případě alternátorů, u kterých jsou použity pólové nástavce vyrobené podle předloženého vynálezu. Při menší mezeře mezi rotorem a statorem je dosaženo většího výstupního výkonu alternátoru.

Na obr. 1 a 2 je zobrazen perspektivní pohled na rozložený alternátor a řez alternátorem, přičemž se jedná o dva rozdílné alternátory se zabudovanými pólovými nástavci podle předloženého vynálezu. Na obr. 1 je alternátor jako celek označen pozicí 10 a je zobrazen se skříní, skládající se ze dvou polovin 11 a 27, ve kterých je uložen stator 13, pevně uchycený ve vnitřní komoře. Rotor 15 zahrnuje pólové nástavce 17, mající řadu, na obvodu umístěných výstupků 19, přičemž pólové nástavce 17 jsou umístěny navzájem čely k sobě, jak je toto naznačeno na obr. 1 a 2.

Jak je dobře patrné z obr. 2 alternátoru, na rotoru 15' na výstupku 19' pólového nástavce 17' je umístěna cívka 21. Rotor 15' je opatřen hřídelí 23, která je uchycena v ložiskách 25, aby

umožnila otáčení rotoru 15' ve statoru 13'. Každý pólový nástavec 17 je opatřen středovým otvorem 20 pro hřídel 23.

Skříně 11' a 27' (obr. 2) slouží pro vystředění statoru 13' a rotoru 15', přičemž rotor 15' má ke každému pólovému nástavci 17' (obr. 2) pevně přivařen ventilátor 29', aby se otáčel s rotorem 15' a tak ochlazoval alternátor 10. Obr. 1 představuje jedno alternativní provedení ventilátoru 29, který je uchycen vně skříně 11, 27. Obr. 2 pak ukazuje další provedení, u kterého je ventilátor 29' přímo přivařen ke každému z pólových nástavců 17' a rotuje s nimi.

Na základě výše uvedeného popisu obr. 1 a 2 se stalo výhodné provedení pólových nástavců podle předloženého vynálezu zcela zřejmé.

Bylo zjištěno, že použitím nízkouhlíkové oceli se zvyšuje magnetická permeabilita hotových pólových nástavců v důsledku působení vhodné struktury zrna, dosažené využitím vynalezeného postupu. Mimo uhlíku jsou v nízkouhlíkové oceli, používané přihlašovatelem, stopové prvky jako Gr, Mo, Ni, Co, Cu, Nb, Ti, V, W, Pb, B, As, Se. Jak bude dále podrobněji popsáno, tyto stopové prvky hrají významnou úlohu při vytváření struktury zrn během žíhací operace.

Dále bylo zjištěno, že optimální způsob přípravy polotovaru oceli pro kování za tepla spočívá v jeho odstřižení za studena (obr. 3) z delší tyče v délce, která odpovídá objemu oceli, přibližně se rovnající objemu pólového nástavce pro kování za tepla. Po odstřižení tyče způsobem pracovníkům z daného oboru běžně známým, je každý polotovar z oceli ohřát na teplotu ležící právě pod tavící teplotou, takže ocel je dobře tvárná. Potom je každý ohřátý polotovar samostatně dodáván ke kovacímu stroji, kde je podroben zpracování ve třech stupních.

Polotovar z oceli je obecně válcový, mající obecně válcový povrch a podélnou osu. V prvním stupni kování za tepla (obr. 4) je polotovar umístěn na desku, přičemž podélná osa ocelové ho polotovaru je kolmá na rovinu desky. Poté je polotovar vystaven působení tlaku, a zploštěn, čímž se značně rozšíří po svém obvodu, zatímco ve směru vertikálním, tj. ve směru dřívější podélné osy, dojde ke zkrácení. Zmíněné velké rozšíření ocelového polotovaru se provede, aby se ujistilo, že materiál pokryje vstupní povrch zápustky, která je následně použita. Krok postupu, zobrazený na obr. 4, má z dalšího hlediska ten význam, že se z povrchu polotovaru odstraní povrchové okuje, které se vytvoří během ohřívacího procesu, za kterými právě následuje operace, znázorněná na obr. 4.

Ve druhém a třetím kroku tvářecí operace za tepla podle obr. 5 a 6 je zploštělý kus oceli umístěn mezi dvě poloviny tvářecí zápustky, přičemž jedna polovina zápustky je nepohyblivá, zatímco druhá polovina je uchycena naproti této nepohyblivé polovině, takže tato druhá pohyblivá polovina zápustky může být s velkou silou přitlačena do záběru s nepohyblivou zápustkou, přičemž se provede na zploštělém kusu oceli, vloženém mezi obě poloviny tvářecího nástroje kovací operace, při které se polotovar oceli přetvoří do tvaru pólového nástavce. Jak je zkušeným pracovníkům z daného oboru známo, musí být vnitřní stěny nástroje pro tváření za tepla vytvořeny zkosené v mírně tupém úhlu, aby se usnadnilo vyjmutí vykovaného kusu z nástroje. Odpovídající stěny dohotoveného pólového nástavce však musí být navzájem kolmé, kdyby však tyto odpovídající stěny tvářecího nástroje byly navzájem kolmé, způsobilo by to potíže s vyjmutím výchozího výkovku pólového nástavce z tvářecího nástroje. Takže mírně tupé úhly mezi vodorovnými a svislými povrchy tvářecího nástroje usnadňují vyjmutí vykovaného kusu z nástroje a jeho dodání k dalšímu zpracování. Na obr. 5 je znázorněno, jak zploštělý ocelový materiál je stlačen mezi obě poloviny tvářecího nástroje, aby byl vyroben polotovar, mající v podstatě objem stejný jaký je požadován po provedení operace za použití nástroje zobrazeného na obr. 6. Po provedení operace, za využití tvářecího nástroje podle obr. 5, je pólový nástavec tvarově "hrubý", s většími poloměry zakřivení než jsou konečná zakřivení, a to proto, aby materiál byl schopen lépe vyplňovat zápustku za použití nejmenší možné síly a co s nejmenším třením. Tímto způsobem se sníží opotřebení nástroje a rovněž poškození nástroje je

minimalizováno. Po zpracování pólového nástavce v tvářecím nástroji podle obr. 5 je použit k přesnému vytvoření pólového nástavce v rozměrech, požadovaných před jeho kalibrováním, nástroj podle obr. 6, přičemž tyto rozměry určují první mezi tvar pólového nástavce.

Po ukončení kroků kovacího postupu za tepla je každý pólový nástavec opískován. Je samozřejmé, že když kus oceli je ohřát na teplotu právě pod její tavící teplotou, aby se usnadnilo kování za tepla, tak po jejím ochlazení, provedeném tvářením, jsou na povrchu výchozího výrobku pólového nástavce patrné okuje a další povrchové nepravidelnosti. Uvedené opískování usnadňuje odstranění jakýchkoliv kovových okují a hrubých povrchových nepravidelností z povrchu výchozího výkovku pólového nástavce.

Po opískování polotovarů je každý kus fosfátován, tj. je vystaven působení řady lázní. Pískování a fosfátování jsou velice dobře známé při výrobě ocelových prvků, přičemž i zde tyto prováděné operace jsou zcela běžné. Fosfátování dodává povrchu pólového nástavce vhodné kluzné vlastnosti, které zvyšují účinnost následného postupu kalibrování výkovku za studena.

Následně je každý výkovek podroben kalibrování za studena, jak je zobrazeno na obr. 7 až 10. V této kalibrovací operaci za studena je výchozí výkovek vložen do nástroje, přičemž proti je přitlačen druhý nástroj za měrného tlaku od 50000 (345 MPa) do 70 000 p.s.i (483 MPa), čímž dojde ke stlačení kovu a zmenšení jeho rozměru až o 10 %. Obvod tvářecích nástrojů pro kalibraci za studena je určitým způsobem tvarován, aby tak odstranil tupé úhly, které byly nutné u výchozího výkovku pro usnadnění vyjmutí výchozího výkovku pólového nástavce ze zápustky při kování za tepla. Po ukončení kalibrovací operace jsou výše zmíněné povrchy navzájem kolmé, jak je to požadováno u dohotoveného pólového nástavce. V kalibrovací operaci za studena se vytvoří druhý mezitímní tvar pólového nástavce. Jak je vidět na různých obrázcích, pólový nástavec je opatřen střední vyvýšenou částí známou jako "půljádro". Při kalibrovací operaci se zploští struktura kovu při jeho stlačení za účelem zmenšení rozměrů výkovku. V důsledku rozměrů "půljádra", jak jsou patrné z obrázků a určitých rozměrů tvářecích nástrojů z obr. 7 až 10, dojde k tomu, že v průběhu kalibrování na větší oblast "půljádra" bude při stlačení působit větší síla než na ostatní oblasti pólového nástavce. V praxi může "půljádro" pólového nástavce být vystaveno působení stlačovací síly, která je až dvojnásobně vyšší než je síla působící na obvodové oblasti pólového nástavce. Přihlašovatel zjistil, že navržením uspořádání kalibrovacího zařízení tak, aby poskytlo zvýšenou stlačovací sílu na "půljádro", se zrna materiálu v "půljádru" při ohřevu mnohem více zvětší při ohřevu během žíhacího pochodu. Vzhledem k tomu, že "půljádro" je zdrojem magnetického toku z cívek alternátoru, přítomnost větších zrn v materiálu "půljádra" umožňuje větší magnetický tok tímto "půljádrem", jinými slovy, je dosaženo větší magnetické permeability.

Obr. 7 představuje pólový nástavec, umístěný mezi poloviny tvářecího nástroje pro kalibrování za studena před započetím působení tlaku. Obrázek 8 pak ukazuje horní polovinu nástroje, resp. razníkovou část zařízení pro kalibrování za studena umístěnou nad pólovým nástavcem, která tlačí pólový nástavec směrem dolů, takže obvodové okraje razníku vejdou do záběru s rozevřením zahloubení na dně nástroje, aby tak odstřihly otřep z obvodu pólového nástavce. Při této operací kalibrování za studena není důležitý tlak, který je vyvozován na pólový nástavec. Ze srovnání obr. 8 a 7 je zřejmé, že jediný rozdíl mezi nimi je, že v jednom případě je pólový nástavec pouze vložen do zahloubení vytvořeném ve spodní polovině nástroje, zatímco v druhém případě je již odstřižen otřep od obvodu pólového nástavce.

Dále, jak ukazuje obr. 9, horní polovina nástroje, resp. razníku, vchází do záběru s vrchním čelním povrchem pólového nástavce, čímž mění tvar výstupků a rovněž vnější povrchy "půljádra". Z obr. 10 je patrné, že další chod razníku způsobuje tlak, který působí na celý povrch pólového nástavce. Jak je z obr. 10 zřejmé, vrcholy výstupů a okrajové oblasti "půljádra" jsou vystaveny většímu tlaku než ostatní části pólového nástavce. Tyto vytvrzené oblasti jsou na

obr. 17 označeny pozicí 2, jak bude dále podrobněji popsáno. Jak bude dále ukázáno, účinek většího tlaku na oblasti 2, zobrazené na obr. 17, způsobí, že jejich povrch bude tvrdší.

Je důležité upozornit na výhodu postupu výroby pólového nástavce podle předloženého vynálezu oproti způsobům podle stávajícího stavu techniky. Například u jednoho způsobu, podle známého stavu techniky, je pólový nástavec kován v plošném uspořádání, připomínajícím hvězdici, přičemž výstupky pólových nástavců jsou vytvářeny ohýbáním špiček hvězdice v ohýbací operaci tak, že tyto špičky jsou kolmé na středovou část pólového nástavce. Takto se vytvoří pólový nástavec podobného typu, jaký je zde popsán. Avšak při použití ohýbací operace nejsou všechna zrna materiálu pólového nástavce stejně orientována. To znamená, že zrna výstupků takto vyrobeného pólového nástavce leží kolmo na směr zrna materiálu středové části pólového nástavce. U řešení podle předloženého vynálezu, vzhledem k tomu, že výstupky a středová část pólového nástupce jsou vytvořeny v kovací operaci bez následujícího ohýbání výstupků, orientace zrn materiálu celého pólového nástavce je obecně stejná, čímž se dosáhne zvýšení magnetické permeability. Takže použití kovacího postupu za tepla pro vytvoření pólového nástavce, alespoň v podstatě jeho konečného tvaru, přináší důležitou výhodu oproti stávajícímu stavu techniky. Dále, pokud je pólový nástavec vyráběn způsobem výše popsaným, tj. kován v plochém uspořádání, připomínajícím hvězdici, s výstupky vytvářenými ohýbáním špiček hvězdice ve zvláštní ohýbací operaci, tak dohotovený pólový nástavec nemůže zahrnovat "půljádro", na rozdíl od integrálně vytvořeného "půljádra" pólového nástavce, vyrobeného podle předloženého vynálezu. Pokud je rotor alternátoru konstruován s pólovými nástavci, známými ze současného stavu techniky, musí být často mezi pár pólových nástavců vloženo samostatné jádro. Vlastní mezery mezi protilehlými čelními plochami jádra a pólového nástavce vytvářejí dvě parazitické vzduchové mezery, které snižují výstupní výkon alternátoru. Na rozdíl od tohoto problému, u pólových nástavců, vyrobených podle předloženého vynálezu, kde každý pólový nástavec má "půljádro", po jejich složení dohromady v rotoru alternátoru, vytvářejí čelní plochy uvedených "půljáder" vzájemný dotyk, při vytvoření jedné možné parazitické vzduchové mezery, čímž se sníží ztráty na výstupním výkonu v důsledku existence těchto mezer.

Je důležité zdůraznit, že v případě, kdy je pólový nástavec vyroben podle předloženého vynálezu, tak téměř dokonalá totožnost směrů zrn materiálu zvyšuje odolnost vůči ohybovým silám, které na výstupky pólových nástavců působí během vysokých otáček rotoru alternátoru. Navíc vzhledem k tomu, že pólový nástavec, vyrobený podle předloženého vynálezu, má "půljádro", které tvoří integrální součást pólového nástavce, může být jeho tloušťka zvětšena, aby tak byla dosažena větší odolnost vůči ohybovým silám.

Jak dále přihlašovatel zjistil, při kalibrovací operaci, kdy je nízkouhlíková ocel stlačena, se vytvoří přímé řady plochých zrn materiálu. Měření magnetické permeability v tomto stupni výroby pólových nástavců ukázalo nízkou permeabilitu. Je důležité si uvědomit, že následně po kalibrování za studena se musí bud' provést rekrystalizace zrna, nebo obnovit jeho velikost na dostatečnou úroveň, aby se zvýšila magnetická permeabilita.

V průběhu kalibrování za studena je, jak je nejlépe patrné z obr. 7 a 8, odstřižena okrajová oblast pólového nástavce, aby se tak odstranil otřep, který byl vytvořen během výchozího kovacího postupu za tepla. Při pohybu horní poloviny nástroje s ostrými obvodovými hranami se odřízne otřep na obvodu pólového nástavce, přičemž odříznutý materiál je odložen nebo recyklován. Následně je pólový nástavec podroben dvěma krokům čtvrtého plně dokončujícího postupu.

Kroky a jednotlivé stupně plně dokončujícího postupu jsou znázorněny na řezech na obr. 11, 12, 13 a 14. Na obr. 11 a 12 je znázorněna souprava nástrojů 40, pro provádění prvního kroku dokončujícího postupu, která zahrnuje prstenec 41, obepínající nepohyblivý nástroj 3, mající malý otvor 45, válcového tvaru, přičemž jeho průměr se rozšiřuje na průměr komory 47, ležící pod tímto malým otvorem 45. Nástroj 49 s vratným pohybem má středový otvor 51, ve kterém je kluzně uložen razník 53. Razník 53 je obvykle válcový a má průměr Y větší než je průměr X. Jak

je zobrazeno na obr. 11, v prvním stupni prvního kroku dokončujícího postupu, vchází nástroj s vratným pohybem 49 do záběru s horním povrchem pólového nástavce 17, takovým způsobem, že u určitých jeho povrchů dojde ke zpevnění. V této souvislosti je třeba věnovat pozornost obr. 17, na kterém jsou oblasti 2, vytvrzovány při záběru nástroje 49.

Na obr. 12 je znázorněn nástroj s vratným pohybem 49 v záběru s horním povrchem pólového nástavce 17, razník 53 je v pohybu, aby protlačil část "půljádra" pólového nástavce 17 přes otvor 45 nepohyblivého nástroje 43 částečně do komory 47. Tato operace je známa jako protlačování, přičemž je zde nutno připomenout použití většího průměru Y razníku 53 oproti průměru Y malého otvoru 45. Přihlašovatel zjistil, že vytvořením průměru otvoru 45, který je menší než je průměr razníku 53, se vytvoří otvor v pólovém nástavci 17 pomocí sloupku 53, který je přesně válcový. Dále zjistil, že omezující účinek otvoru 45 zabraňuje porušení materiálu protlačovaného razníkem 53 před ukončením této operace.

Následovně bude popsán druhý krok dokončujícího postupu s odkazy na obr. 13 a 14. Jak je zřejmé, pólový nástavec 17, jak je zobrazen na obr. 12, se vyjme ze soupravy nástrojů 40 a vloží do soupravy nástrojů 60, znázorněné na obr. 13. Souprava nástrojů 60 zahrnuje prstenec 61 a spodní polovinu nástroje 63, opatřená otvorem 65, ústícím do dutiny 67. Otvor 65 je válcový a má průměr Z. Souprava nástrojů 60 také zahrnuje pohyblivou polovinu nástroje 69, mající středový otvor 71, do kterého se kluzně vsouvá podélný válcový razník 73. Razník 73 má průměr Y, který odpovídá průměru Y razníku 53, zobrazeného na obr. 11 a 12. Navíc průměr Z otvoru 65 je o málo větší než průměr Y, tak, že otvor 65 neklade žádný odpor vratnému pohybu razníku 73 jím procházející. V prvním stupni druhého kroku dokončujícího postupu, jak je zobrazen na obr. 13, kdy pólový nástavec 17 je umístěn ve spodní polovině nástroje 63, je pohyblivá část nástroje 69 uvedena do záběru s horní částí pólového nástroje 17. Pohyblivá část nástroje 69 je opatřena vnějšími okrajovými povrchy 70, které jsou určitým způsobem uspořádány, aby ohýbaly výstupky 19 do tvaru, odpovídajícího požadovanému, konečnému tvaru. Jakmile je pohyblivá část nástroje 69 přesunuta do polohy znázorněné na obr. 13, je uveden do činnosti sloupek 3, aby vytlačil část materiálu 6 a dokončil středový otvor 20 v pólovém nástavci 17. Průměr otvoru 65 umožňuje razníku 73 kluzně jím procházet.

K dalšímu porozumění postupu, zobrazenému na obr. 11 až 14, by mělo být uvedeno, že pohyblivá část nástroje 49, zobrazená na obr. 11 a 12 vyvíjí tlak na pólový nástavec 17 o hodnotě přibližně 40 kg/mm^2, zatímco razník 53 působí na sousední oblast pólového nástavce 1J tlakem 130 kg/mm^2, aby se tak usnadnilo vytvoření středového otvoru 20. Na závěr dokončovacího procesu dostává pólový nástavec 17 svůj třetí a konečný tvar.

Poté, co se plně dokončující postup, zobrazený na obr. 11 až 14 dokončí, je pólový nástavec vystaven působení lázně o pH 14, aby se odstranil stearát zinečnatý z jeho povrchu, aby bylo možné k tomuto povrchu přivařit ventilátor. Stearát zinečnatý brání účinnému svařování. Ventilátor, přivařený k zadnímu povrchu každého pólového nástavce, zajistí účinné větrání, přičemž se hladina hluku sníží v porovnání s konstrukcemi podle stávajícího stavu techniky. Účinná ventilace, které je zde dosaženo, způsobuje, že teplota alternátoru, zvláště měděného vinutí cívek, se udržuje na relativně nízké úrovni, což znamená, že i odpor měděného vinutí cívek je udržován na relativně nízké hodnotě, čímž se dosáhne zvýšení magnetického toku, jak bylo již dříve vysvětleno.

Po oplachu v uvedené lázni, je pólový nástavec 17 žíhán. Při žíhací operaci je pólový nástavec 17 uložen v inertní atmosféře, aby bylo zabráněno oxidaci jeho povrchu. Při výhodném provádění postupu sestává inertní atmosféra ze směsi složené přibližně z 95 % dusíku a 5 % vodíku. U dříve prováděných postupů, podle známého stavu techniky, byly pro přípravu povrchu pro sváření běžně používány obráběcí nebo kartáčovací operace. Přihlašovatel zjistil, že použití lázně o pH 14 je nejúčinnějším způsobem odstranění stearátu zinečnatého z povrchů, přičemž je

méně nákladné, než obrábění nebo kartáčování povrchů. Z tohoto důvodu jsou výrobní náklady u vynalezeného způsobu sníženy.

Žíhací operaci bude lépe porozuměno s odkazem na obr. 15, který představuje graf závislosti teploty na čase žíhací operace. Dohotovený pólový nástavec 17 je ohřát z okolního prostředí na teplotu 800 až 950 °C v časovém úseku od jedné hodiny a deseti minut do jedné hodiny a třiceti minut. Potom je pólový nástavec 17 udržován na maximální teplotě po dobu od dvaceti do šedesáti minut, načež je pólový nástavec 17 postupně ochlazován zpět na přibližně teplotu okolního prostředí přibližně v časovém úseku od 270 do 310 minut.

Přihlašovatel zjistil, že čím je vyšší procentuální zmenšení tloušťky během kalibrovací operace za studena, tím je potřeba nižší maximální teplota pro účinné vyžíhání.

Přihlašovatel dále ověřil, že stopové prvky, uvedené výše, vstupují do struktury materiálu difuzí v průběhu ohřívací fáze žíhací operace, přičemž se zvětšuje zrno materiálu. Jestliže ochlazovací fáze žíhacího procesu probíhá příliš pomalu, pak na hranicích zrn precipitují karbidy železa. Naopak, probíhá-li chladicí fáze žíhacího procesu příliš rychle, pak perlit, který je vytvořen jako spojení uhlíku a železa v zrnech, difunduje zrny. Za takovýchto okolností se na hranicích zrn vytvoří velmi málo karbidu železa. Pro dosažení optimálních výsledků je čas ochlazování stanoven tak, aby perlit byl rozptýlen po celé struktuře, přičemž karbidy železa jsou umístěny na hranicích zrn.

Přihlašovatel zjistil, že je-li chladicí část žíhací operace prováděna příliš rychle, pak je ztížena obrobitelnost, pokud je jeho obrábění nutné nebo vhodné. Přihlašovatel dále zjistil, že pokud je chladicí část žíhacího procesu prováděna v optimálním časovém rozsahu, pak je perlit rozptýlen do vnitřku zrn kovu, čímž optimalizuje hodnotu magnetické permeability. Navíc, když je doba chlazení volena v optimálním rozsahu od 270 do 310 minut, jsou karbidy želena umístěny hlavně na hranicích zrn, což umožní mnohem snazší obrobitelnost.

Některé výsledky, které vyplývají z využívání vynálezu, budou srozumitelnější pomocí obr. 17 až 23. Tak obr. 17 představuje řez jednou polovinou pólového nástavce 17 a výstupky 19. Obr. 17 ukazuje tři oblasti 1, 2 a 3 na pólovém nástavci, které se vztahují k obr. 18, 19 a 20 a rovněž obr. 21, 22 a 23, jak bude dále podrobněji popsáno.

Obr. 18, 19 a 20 představují mikrofotografie uvedených oblastí 1, 2 a 3 znázorněných na obr. 17, platících pro pólový nástavec, který byl za studena kalibrován, ale nebyl ještě žíhán. Zvláštní pozornost je zaměřena na obr. 19, který ukazuje účinek vytvrzování, ke kterému dochází na površích oblasti 2 a který je zřejmější při porovnání s relativně nevytvrzenou oblastí ~, zobrazenou na obr. 17 a oblastí 1, která sice vytvrzována je, ale v menší míře než oblast 2.

Obr. 21, 22 a 23 obecně odpovídají obr. 18, 19 a 20 v tom, že obr. 21 ukazuje oblast 7, obr. 22 ukazuje vytvrzenou oblast 2 a obr. 23 ukazuje relativně nevytvrzenou oblast 3, které jsou zobrazeny na obr. 17. Avšak pólové nástavce 17 na obr. 21, 22 a 23 byly žíhány při ohřívací teplotě 880 °C. Z porovnání obr. 21 s obr. 18, obr. 22 s obr. 19 a obr. 23 s obr. 20 lze snadno seznat zvětšení zrn při srovnání jednoho s druhým a rovněž větší rozlišitelnost hranic zrn, v důsledku ohřívací fáze žíhacího procesu. Toto objasňuje, že žíhací proces, který se provádí v souladu s postupem podle předloženého vynálezu, zvyšuje magnetickou permeabilitu v důsledku zvětšení velikostí zrn, definování hranic zrn a přítomnosti magnetické cesty, která klade mnohem menší odpor magnetického toku, než je tomu v případě, když je žíhací operace vynechána.

Obr. 16 znázorňuje příčný řez prstencem, který byl používán přihlašovatelem, aby ověřil různé magnetické a elektrické charakteristiky pólového nástavce, vyrobeného podle předloženého vynálezu a porovnal je s těmito u pólového nástavce vyrobeného jinými způsoby.

Prstenec podle obr. 16 je obecně válcový s kruhovým otvorem o průměru D. Má vnější průměr D a tloušťku e od spodku k hornímu čelu. Při zkoušce vlastností pólového nástavce, vyrobeného podle předloženého vynálezu, byly vytvořeny prstence, jako je zobrazen na obr. 16, a to na jedné straně podle postupu zde popsaného a na druhé straně podle konkurenčního postupu. Přihlašovatel si je vědom, že určité kroky postupu, který byl použit k výrobě materiálu, ze kterého byl vytvořen srovnávaný konkurenční prstenec, jsou odlišné od postupu podle předloženého vynálezu. Prstenec je vyroben z pólového kusu, který byl zhotoven podle konkurenčního postupu. V každém případě byl prstenec opatřen stejným počtem závitů drátu s jeho konci, připojenými ke zdroji elektrického proudu. Pro každou hodnotu vstupního proudu byly odečteny hodnoty následujících veličin:

D Φ : změny magnetického toku /mWb/
B : indukce v jednotkách Tesla /T/
n : magnetická permeabilita
H : ampérzávity na milimetr /AZ/mm/

Prstenec 80, který byl zhotoven podle předloženého vynálezu, měl následující rozměry:

D = 40,118 mm
d = 19,854 mm
e = 10,042 mm

průřez = ((D-d)/2). e = 101,745 mm^2

délka magnetického obvodu = 94,203 mm.

Tabulka 1 zobrazuje výsledky různé vstupní hodnoty proudu od 0,25 A do 5 A. Konkurenční prstenec 80 měl následující rozměry:

D = 39,996 mm
d = 19,938 mm
e = 10,15 mm průřez = ((D-d)/2). e = 101,794 mm^2

délka magnetického obvodu = 94,166 mm.

Tabulka 2 ukazuje údaje shromážděné při použití elektrického proudu od 0,25A do 5A napájecího magnetický obvod.

Obrázek 24 porovnává přihlašovatelův prstenec s prstencem, vyrobeným z konkurenčního pólového nástavce, v grafu zobrazujícím indukci v jednotkách TESLA v závislosti na ampérzávitech na milimetr. Jak je zřejmé, prstenec, vyrobený z pólového nástavce, zhotoveného předmětným způsobem, je účinnější než srovnávaný prstenec a to v celém průběhu hodnot grafu.

Obrázek 25 zobrazuje graf závislosti magnetické permeability na vstupním proudu v ampérech a rovněž ukazuje, jak přihlašovatelův prstenec vykazuje vynikající hodnoty magnetické permeability pro všechny hodnoty vstupního proudu. Je zřejmé, že velký posun v hodnotě magnetické permeability, dosažený předloženým vynálezem, způsobí zvýšení výkonu alternátoru, využívajícího pólové nástavce vyrobené podle předloženého vynálezu.

Tabulka 1

I	D Φ	B	μ	H
0.25	3067	0.263	2083	92.8
0.5	21.67	0.589	2526	185.7
0.75	29.33	0.823	2352	278.6
1.0	35.33	0.99	2124	371
1.5	42.57	1.19	1710	557
2.0	45.33	1.273	1363	743
2.5	48.00	1.347	1154	928
3.0	50.00	1.40	1002	1114
3.5	51.33	1.44	882	1300
4.0	52.17	1.464	784	1486
4.5	53.33	1.497	712	1671
5.0	54.00	1.516	649	1857

Tabulka 2

I	D Φ	B	μ	H
0.25	3,33	0,093	800,25	93,0
0.5	12,67	0,355	1521,2	185,0
0.75	20,67	0,579	1654	278,8
1.0	27,00	0,757	1622	371
1.5	35,00	0,982	1400	557
2.0	39,00	1,09	1171,5	743
2.5	42,00	1,17	1009	929
3.0	45,00	1,26	901	1115
3.5	46,00	1,291	789	1301
4.0	48,00	1,347	720	1487
4.5	48,67	1,375	654	1672
5.0	51,00	1,431	612	1858

Při výrobě pólového nástavce podle předloženého vynálezu jsou vyloučeny kompromisy, které jsou prováděny u dosud známých postupů, přičemž přijatelný kompromis mezi výstupním výkonem, hlukem a vahou může být přijatelně řešen vhodnými pólovými nástavci. Použití kování za tepla při vysoké teplotě, následované kalibrováním za studena, umožňuje získat vysoce přesné reprodukovatelné tvary pólových nástavců. Navíc, při žíhání, provedeném jako jeden krok vynalezeného postupu, výsledná rekrystalizace zrna a současné jeho zvětšení, zvýší magnetickou permeabilitu na vyšší hodnotu ve srovnání s hodnotami, dosahovanými u postupů podle známého stavu techniky.

Dále je postup podle předloženého vynálezu, z hlediska nákladů, v porovnání s postupy podle známého stavu techniky, výhodnější, zejména s ohledem na potřebný čas a náklady, vydané na přípravu vhodného nástroje, který je používán při výrobě. Na základě zkušeností přihlašovatele je možné vše z nástrojů a výrobního postupu pro výrobu pólového nástavce podle předloženého vynálezu připravit během asi jednoho měsíce, přičemž náklady činí od 20 000 do 40 000 dolarů. Ve srovnání s tímto, příprava výrobního postupu a potřebných nástrojů podle dosud známého stavu techniky, by trvalo od šesti měsíců do dvanácti měsíců, při nákladech od 250 000 do 500 000 dolarů.

Dalším příkladem nevýhod konkurenčních postupů oproti postupu přihlašovatele je, že tyto jsou prováděny zcela za studena, bez využití kování za tepla, takže vyžadují extrémně vysoké zatěžovací tlaky. Výrobní postupy podle známého stavu techniky jsou omezeny, co se týká tvarů, které lze jimi vyrobit, přičemž vyžadují řadu opracování povrchů a mezi důležitými operacemi vyžadují mezioperační žíhání, aby se tak umožnila rekrystalizace zrn materiálu a tak se zabránilo vzniku trhlin během výrobního procesu. V porovnání s postupem podle předloženého vynálezu jsou známé postupy velmi nákladné, přičemž postrádají přizpůsobivost momentálním potřebám.

Předložený vynález byl popsán na příkladu výhodných provedení, která plně splňují každý z účelů předloženého vynálezu, jak byly výše uvedeny a která poskytují nový zlepšený postup pro výrobu nového pólového nástavce alternátoru. Je samozřejmé, že zkušenými pracovníky z daného oboru techniky mohou být uvažovány různé změny, modifikace a alternativy předloženého vynálezu, aniž by však došlo k úniku ze zamýšlené podstaty a rozsahu vynálezu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby pólového nástavce (17) alternátoru (10) opatřeného polovinou jádra alternátoru (10) a po obvodě rozmístěnou řadou výstupků, **vyznačující se tím**, že výchozí kus oceli se za tepla tváří kovacím nástrojem pro kování za tepla do prvního tvaru pólového nástavce (17), obecně podobnému konečnému tvaru dohotoveného pólového nástavce (17) včetně poloviny jádra a řady po obvodě umístěných výstupků (19),
načež se první tvar pólového nástavce (17) fosfátuje alespoň v jedné fosfátovací lázni, za účelem vytvoření kluzné vrstvy na jeho vnějších površích,
následně se první tvar pólového nástavce (17) kalibruje za studena nástroji pro kalibrování za studena, za účelem stlačení poloviny jádra a výstupků (19) prvního tvaru pólového nástavce (17) a tím vytvoření druhého tvaru pólového nástavce (17), majícího zploštělá zrna oproti zrnům struktury prvního tvaru pólového nástavce (17) a zahrnujícího polovinu jádra a řadu po obvodě umístěných výstupků (19),
poté se provede úplné dokončení druhého tvaru pólového nástavce (17) jednak vytvrzováním povrchů druhého tvaru výstupků (19) a poloviny jádra a vytvořením středového otvoru (20), přičemž toto vytvoření středového otvoru (20) se provede vytlačováním materiálu z druhého tvaru pólového nástavce (17) pomocí razníku skrze otvor, jehož průměr je menší než průměr vytlačovacího razníku a jednak ohýbáním výstupků (19) do jejich konečného uspořádání a tím se vytvoří konečný třetí tvar pólového nástavec (17), načež se třetí tvar pólového nástavce (17) máčí ve vysoce zásadité lázni a žíhá při teplotě od 800 °C do 950 °C po dobu 20 až 60 minut, s následným postupným ochlazováním na okolní teplotu v průběhu 270 až 310 minut.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že během tváření za tepla se ohřívá výchozí kus oceli na teplotu blízkou teplotě jejího tavení, výchozí kus oceli se zplošťuje, načež se ková za tepla do tvaru zhruba odpovídajícího uvedenému prvnímu tvaru pólového nástavce (17), a dále se dokovává za tepla do prvního tvaru pólového nástavce (17).

3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že během kalibrování za studena se ostřihuje výronek z obvodové části prvního tvaru pólového nástavce (17), a mění se tvar výstupků (19) při jejich stlačování, pro dosažení jejich kolmosti k polovině jádra.

4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vytváření středového otvoru (20) zahrnuje částečné vytvoření středového otvoru (20) vytlačováním materiálu druhého tvaru pólového nástavce (17) otvorem v tvářecím nástroji o menším průměru než je průměr

vytlačovacího razníku, pro dosažení válcového tvaru a zabránění porušení materiálu, načež se dokončuje vytvoření středového otvoru (20), při zachování jeho válcového tvaru, zasunutím vytlačovacího razníku s vratným pohybem do částečně již vytvořeného otvoru (20), přičemž se vytlačí materiál z druhého tvaru pólového nástavce (17) do otvoru v tvářecím nástroji s větším průměrem než je průměr vytlačovacího razníku, čímž se vytvoří otvor (20) požadovaného konečného tvaru.

5. Způsob podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že tváření konečného třetího tvaru pólového nástavce (17) se provádí bezprostředně před dokončujícím vytvořením středového otvoru (20).

6. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že před fosfátováním prvního tvaru pólového nástavce (17) se tento otryskává ocelovou drtí, aby se odstranily povrchové nepravidelnosti.

7. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že alespoň jedno fosfátování se provádí v řadě fosfátovacích lázní.

8. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vysoce zásaditá lázeň má pH 14 a odstraňuje stearát zinečnatý z konečného třetího tvaru pólového nástavce (17).

9. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že žíhání se provádí v inertní atmosféře.

10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že inertní atmosféra je tvořena směsí přibližně 95 % dusíku a přibližně 5 % vodíku.

11. Způsob výroby pólového nástavce (17) alternátoru (10) s integrovanou polovinou jádra a s maximalizováním magnetické permeability v průběhu jeho výroby, **vyznačující se tím**, že se ková za tepla výchozí kus nízkouhlíkové oceli, uvedený kus nízkouhlíkové oceli se kalibruje za studena, za účelem jeho stlačení a vytvoření přímých řad plochých zrn jeho struktury a žíhá se při teplotě v rozsahu od 800 do 950 °C, kdy se teplota drží na stanovené hodnotě po dobu 20 až 60 minut a poté se postupně snižuje po dobu 270 až 310 minut na hodnotu teploty okolního prostředí, přičemž žíhání vede ke zvětšení zrna ve výchozím kusu nízkouhlíkové oceli a tím k maximalizaci magnetické permeability.

12. Způsob výroby pólového nástavce (17) alternátoru (10) s integrovanou polovinou jádra a s maximalizováním magnetické permeability v průběhu jeho výroby, **vyznačující se tím**, že se ková za tepla výchozí kus nízkouhlíkové oceli, uvedený kus nízkouhlíkové oceli se kalibruje za studena, za účelem jeho stlačení a vytvoření přímých řad plochých zrn jeho struktury a žíhá se pouze polovina jádra alternátoru při teplotě v rozsahu od 800 do 950 °C, kdy se teplota drží na stanovené hodnotě po dobu 20 až 60 minut a poté se postupně snižuje po dobu 270 až 310 minut na hodnotu teploty okolního prostředí, přičemž žíhání vede ke zvětšení zrna v polovině jádra a tím k maximalizaci magnetické permeability pro zvětšení zrn struktury.

13. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že žíhání se provádí v bezkyslíkaté atmosféře.

14. Způsob výroby pólového nástavce (17) alternátoru (10) se sníženou hladinou hluku při zachování dostatečného výkonu alternátoru (10), **vyznačující se tím**, že zahrnuje kroky:

vyrobí se pólový nástavec (17), mající vnější tvar a prostorové uspořádání s minimalizovanou hladinou hluku během rotace pólových nástavců (17), který se ková za tepla, čímž se orientují zrna do stejného směru výstupků (19) pólového nástavce (17) a jeho poloviny jádra, načež se pólový nástavce (17) za studena kalibruje a dále se žíhá pro zlepšení orientace a zvětšení velikostí zrn a tím i maximalizování magnetické permeability a tudíž i výstupního výkonu alternátoru (10), jehož rotor (15) nese proti sobě čelně uložené pólové nástavce (17), přičemž žíhání zahrnuje zvýšení teploty pólového nástavce (17) na teplotu v rozsahu 800 až 950 °C, která se udržuje po dobu 20 až 60 minut, načež se pólový nástavec (17) postupně ochlazuje na teplotu okolí po dobu 270 až 310 minut.

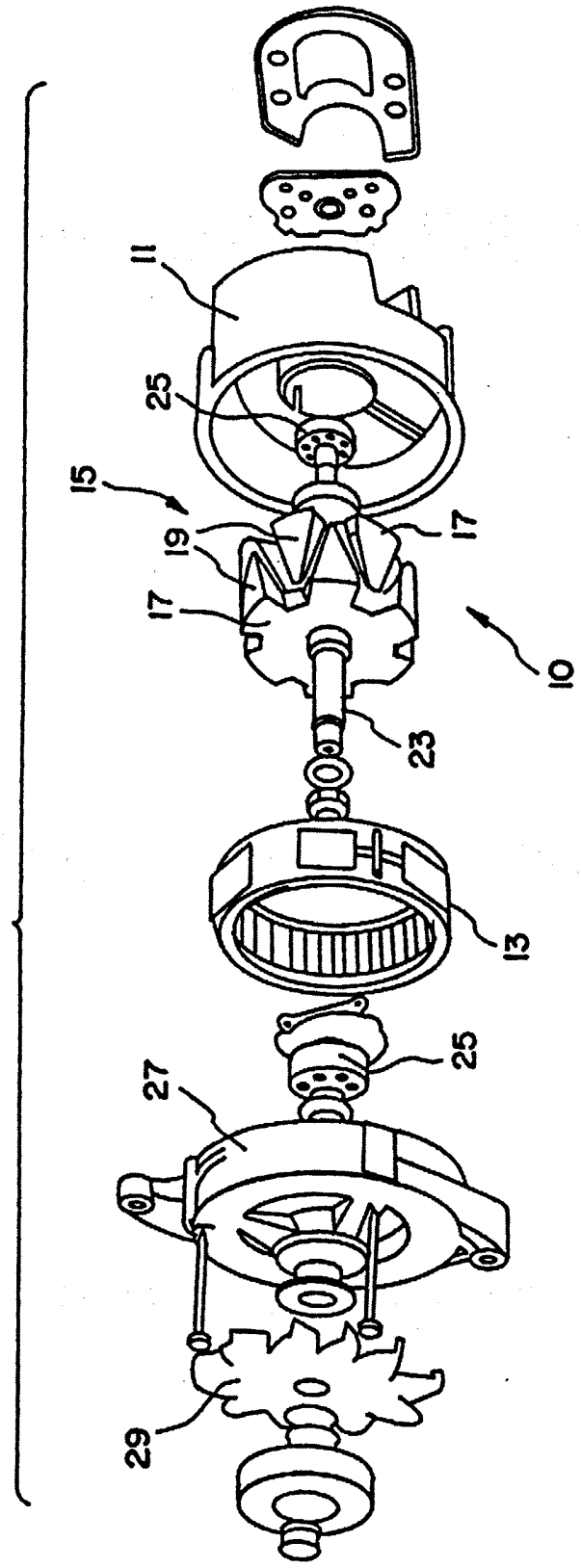
15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že se vyrobí pólový nástavec (17) s výstupky (19), jejichž pružení v radiálním směru se minimalizuje umístěním jejich těžišť v nejbližší možné vzdálenosti od osy rotace, takže mezera mezi rotorem (15) a statorem (13) alternátoru (10) může být extrémně malá, čímž se maximalizuje výstupní výkon.

16. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že během kalibrování za studena se pólové nástavce (17) stlačují.

17. Způsob podle některého z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že během úplného dokončení za tepla kovaného pólového nástavce (17) se vytvrzují povrchy pólového nástavce (17) bez jejich ohřevu, že se částečně vytváří středový otvor (20) pólového nástavce (17) bez jeho ohřevu protlačováním jeho materiálu otvorem o průměru menším, než je průměr použitého jednoduchého razníku, konajícího vratný pohyb, načež se dokončuje středový otvor (20) protlačením materiálu pólového nástavce (17) otvorem o průměru větším než je průměr razníku.

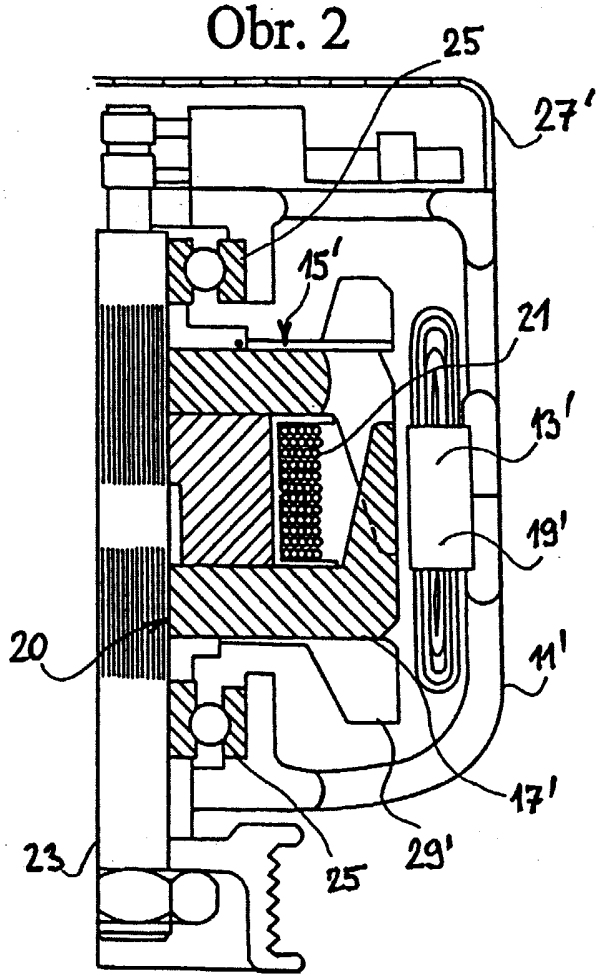
18. Způsob podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že po obvodě pólového nástavce (17) umístěné výstupky (19) se během výroby pólového nástavce (17) ohýbají do jejich konečného tvaru následně po částečném vytvoření středového otvoru (20).

9 výkresů



Obr. 1

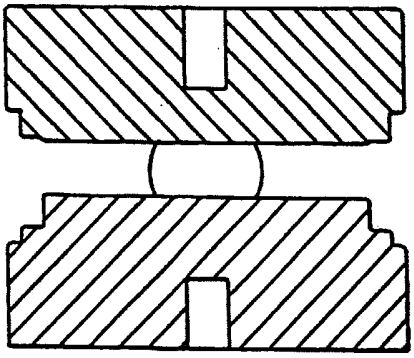
Obr. 2



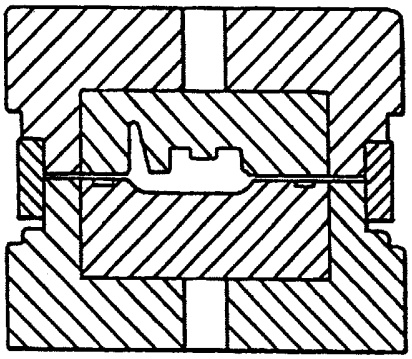
Obr. 3



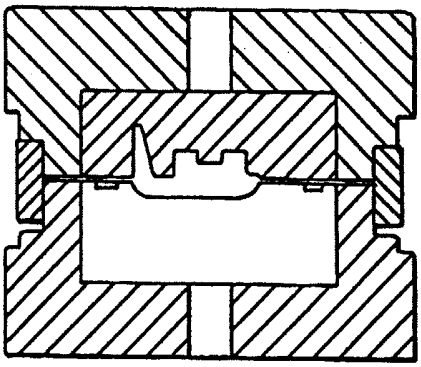
Obr. 4



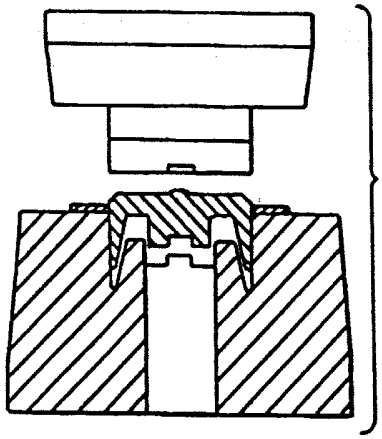
Obr. 5

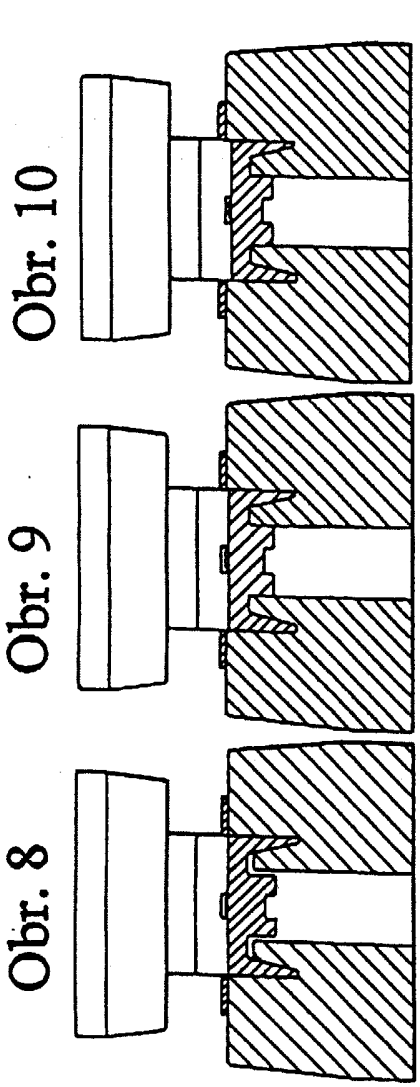


Obr. 6



Obr. 7

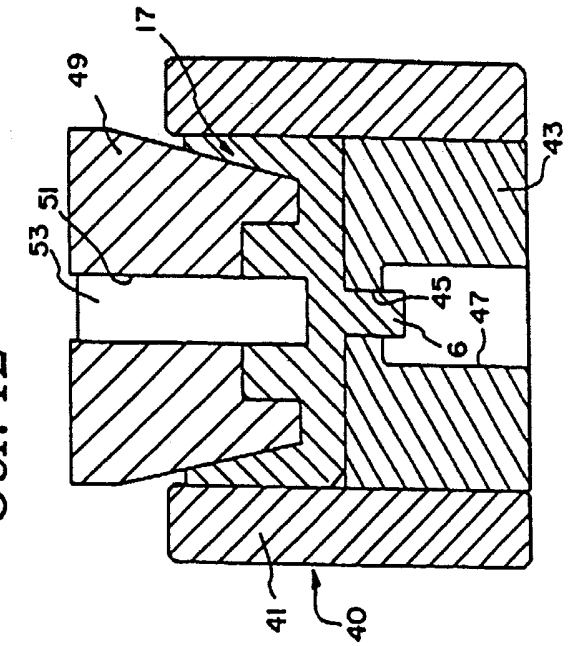




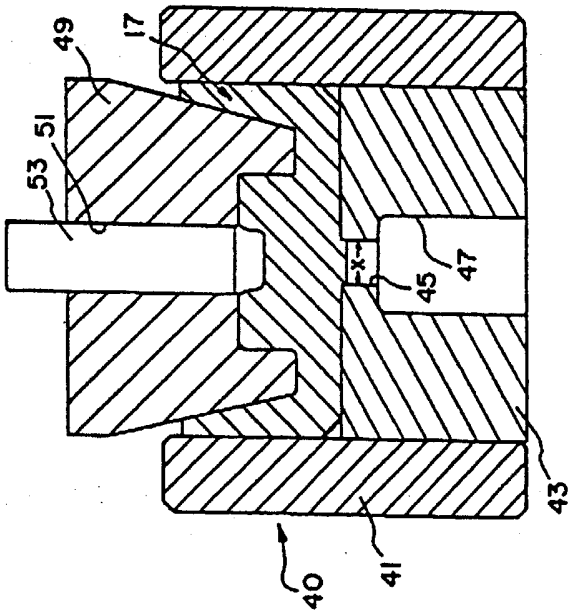
Obr. 8

Obr. 9

Obr. 10

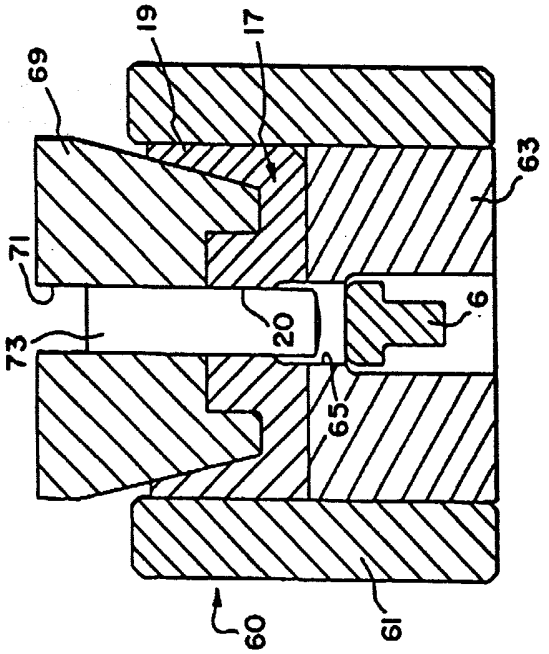


Obr. 12

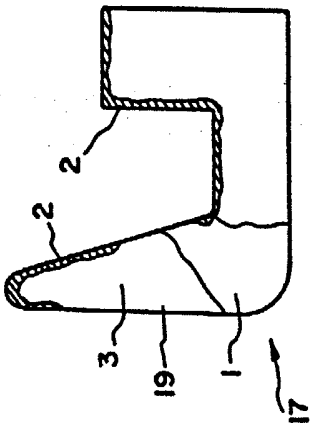


Obr. 11

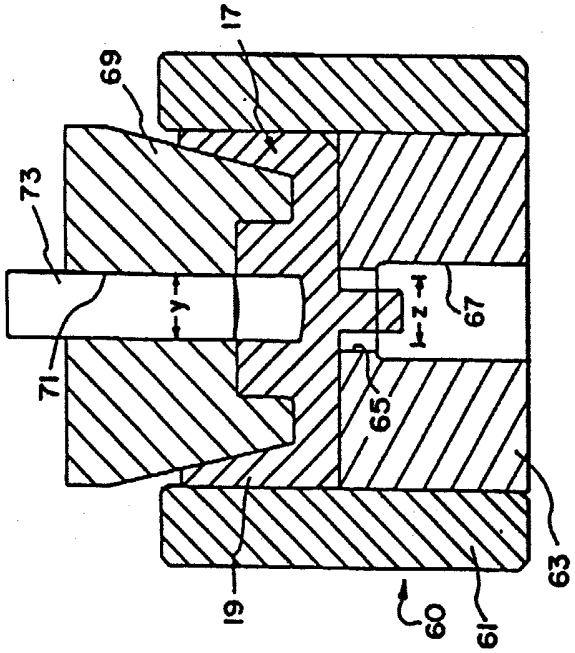
Obr. 14



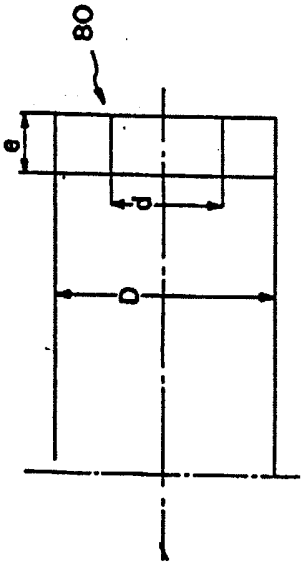
Obr. 17



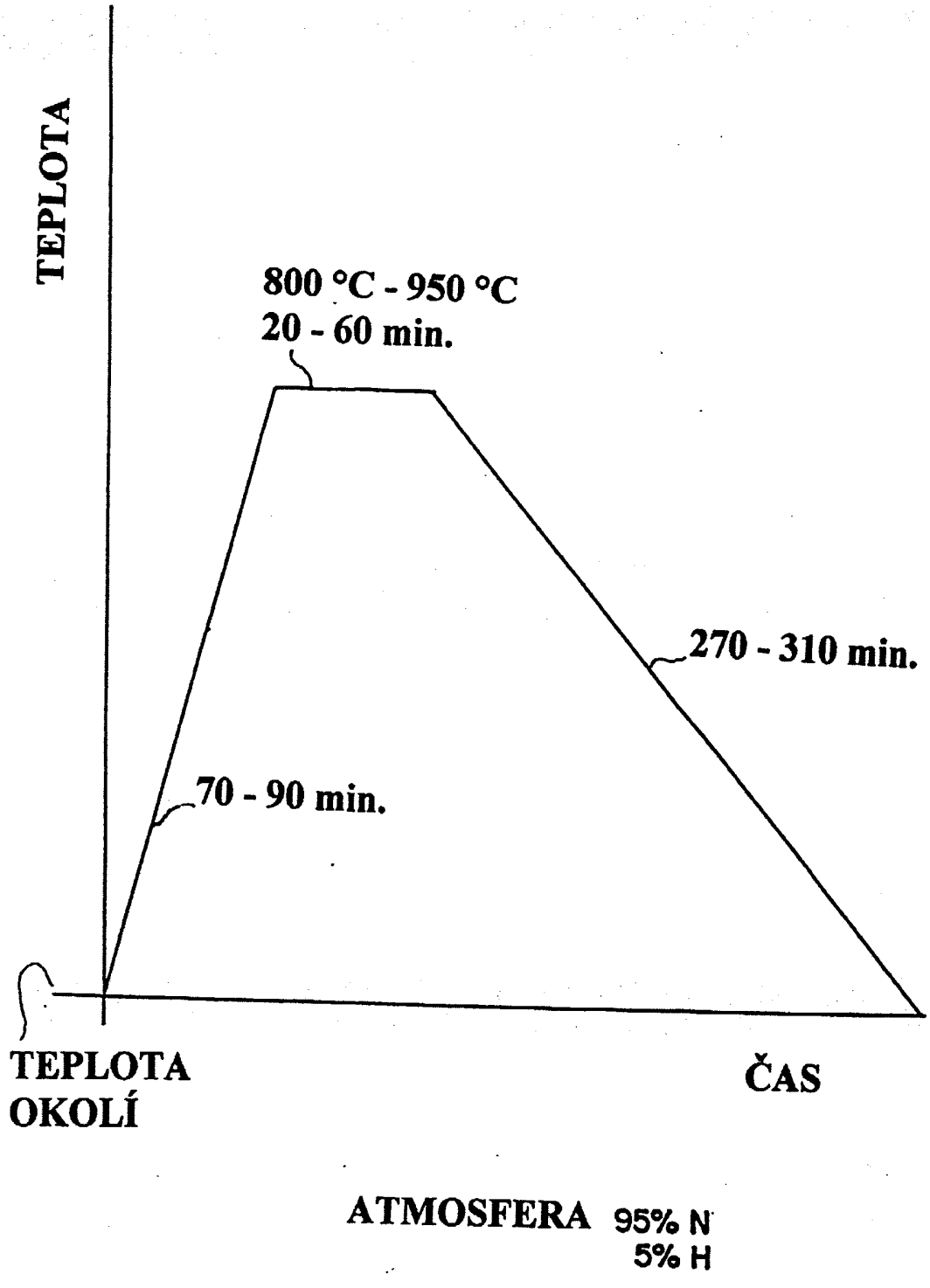
Obr. 13



Obr. 16



Obr. 15

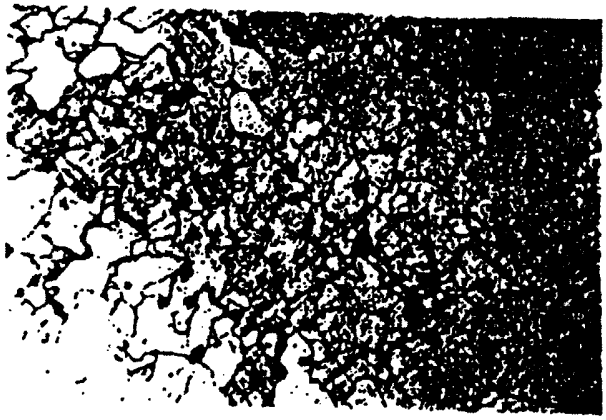

TEPLOTA
800 °C - 950 °C
20 - 60 min.
270 - 310 min.
70 - 90 min.
TEPLOTA
OKOLÍ
ČAS
ATMOSFERA 95% N
5% H



Obr. 18



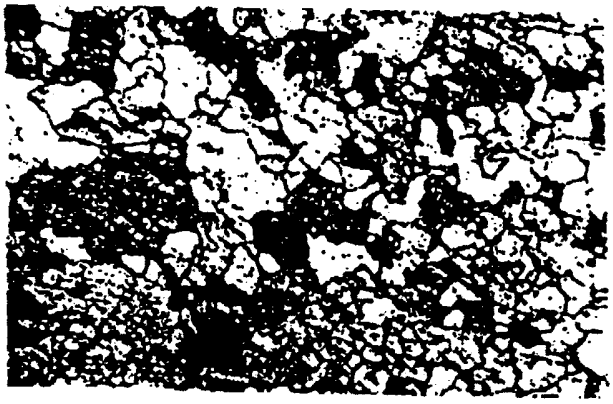
Obr. 19



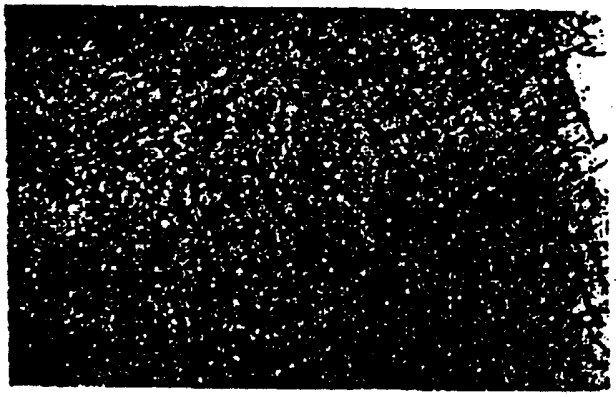
Obr. 20



Obr. 21

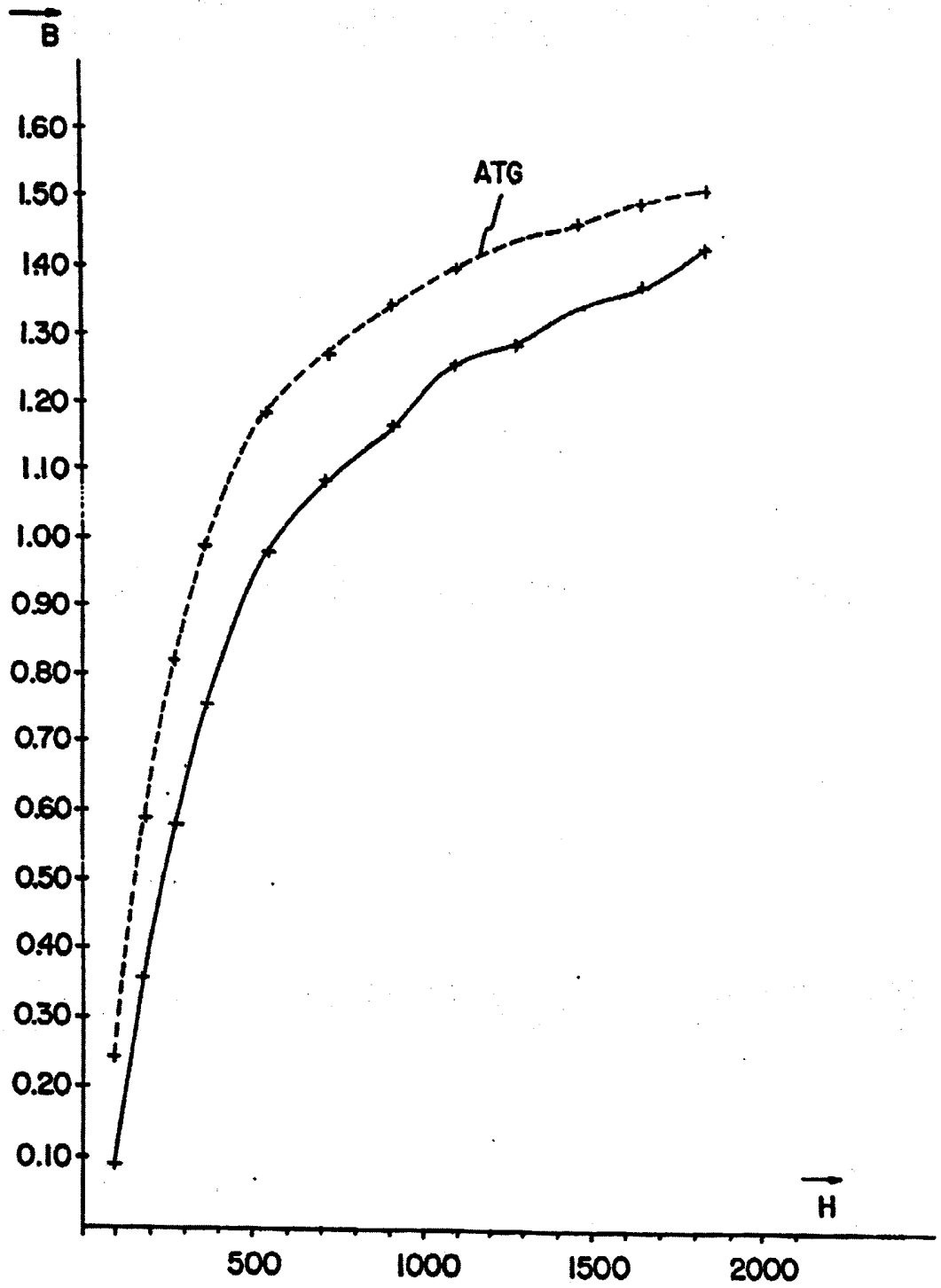


Obr. 22

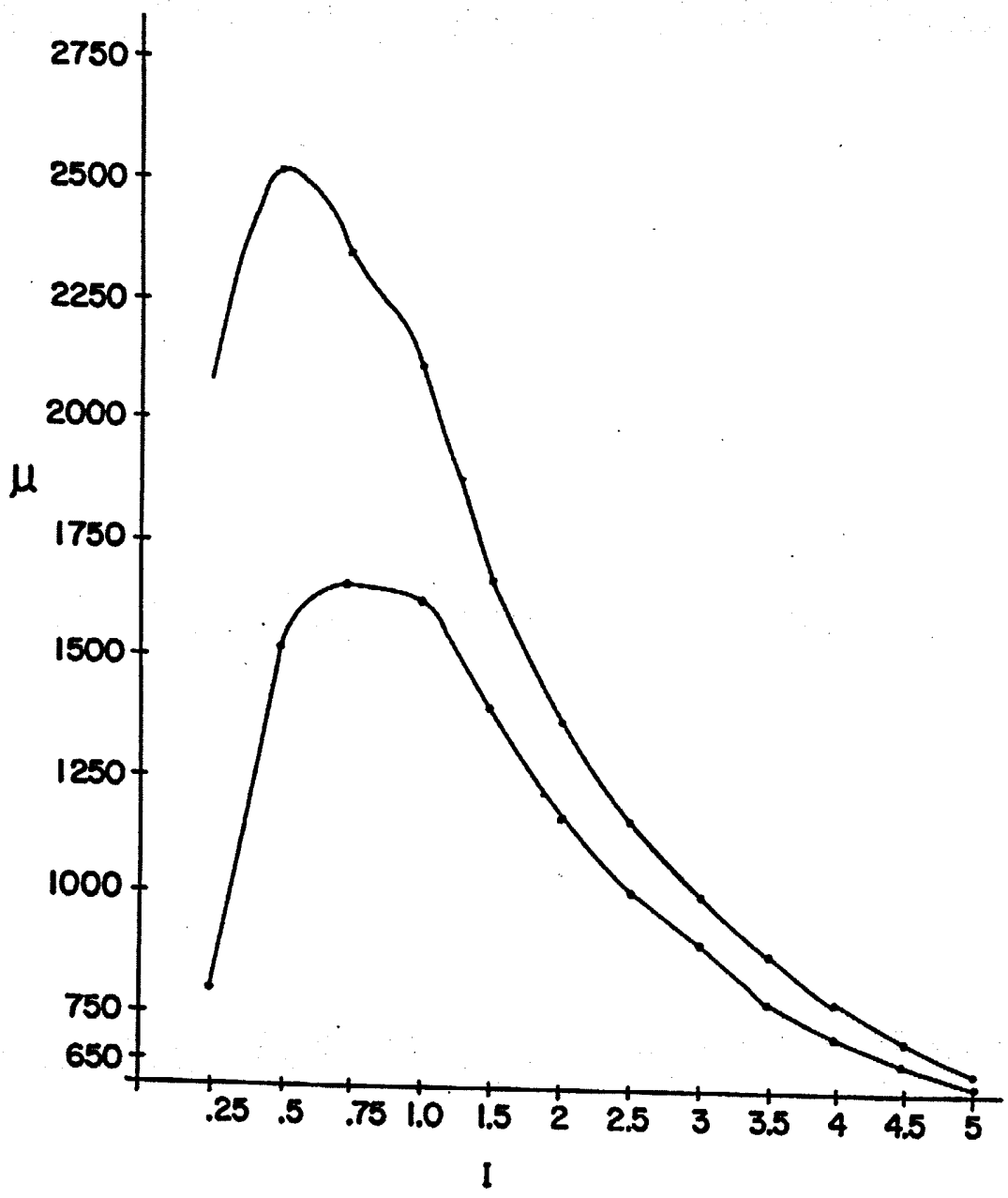


Obr. 23

Obr. 24


B
1.60
1.50
1.40
1.30
1.20
1.10
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
ATG
H
500
1000
1500
2000

Obr. 25



Konec dokumentu